BEKNOPTE HANDLEIDING

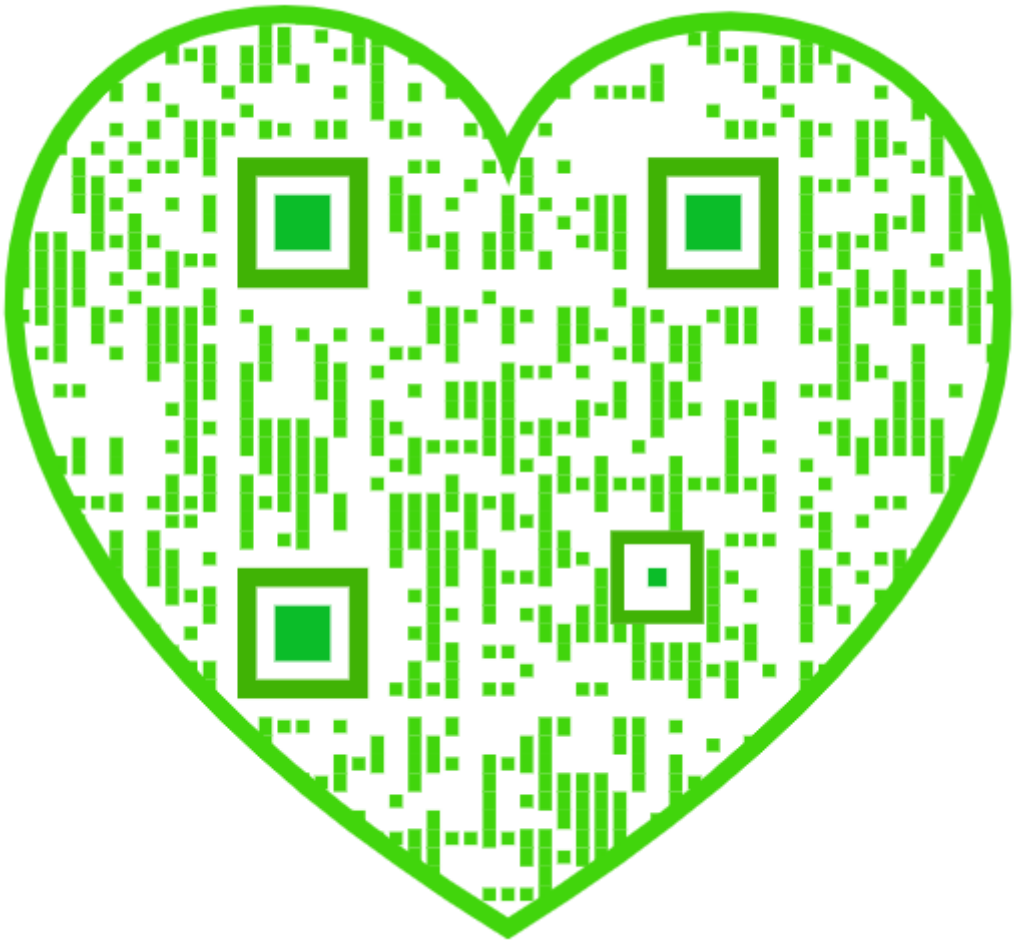
BIJ HET ONDERWIJS IN DE

BEGINSELEN VAN DE KENNIS DER NATUUR,

DOOR

J. H. VAN DEN BERG.

TE GRONINGEN BIJ J. B. WOLTERS, 1897.



BEKNOPTE HANDLEIDING

BIJ HET ONDERWIJS IN DE

BEGINSELEN VAN DE KENNIS DER NATUUR,

DOOR

J. H. VAN DEN BERG.

TE GRONINGEN BIJ J. B. WOLTERS, 1897.

STOOMDRUKKERIJ VAN J. B. WOLTERS.

VOORBERICHT.

Dit werkje wil zijn een beknopte handleiding voor het vak „Kennis der Natuur" in zijn geheel; een handleiding, duidelijk aanwijzend een beperkte leerstof, den onderwijzer het werk evenwel niet uit de handen nemend. Bestudeering der verschillende onderwerpen in degelijke, niet te beknopte boeken, vooral bestudeering der natuur zelve, nauwgezette voorbereiding voor de lessen, zijn en blijven gebiedende eischen.

Er is verondersteld, dat de onderwijzer tot zijn beschikking heeft:

Salverda—le Roy, Handleiding bij de beoefening van de kennis der natuur.

Dr. H. Bos, Leerboek der Plantkunde.

A. Ide en S. Bleeker, Tuinbouw voor de lagere school.

Dr. H. Bos, Het leven der dieren.

v. d. B.

ALGEMEEN GEDEELTE.

INLEIDING.

„De natuurkunde heeft eerst gedurende de laatste jaren in de volksschool wortel geschoten, in vele wordt zij zelfs heden ten dage nog schromelijk verwaarloosd."

Al draagt het boek, waaraan dit woord ontleend is, het jaartal 1885, toch schijnt mij de waarheid er van nog immer boven bedenking verheven.

Onwillekeurig vraagt men zich af, hoe het mogelijk kan zijn, dat een vak als dit zoo lang verwaarloosd is kunnen worden. Het onderwijs in de kennis der natuur toch omvat onze naaste omgeving, ontleent zijn stof aan wat ons het allernaast is: ons eigen lichaam. Het betreft dieren en planten, onmisbaar voor ons levensonderhoud, het opent onuitputtelijke bronnen van rein, ontwikkelend genot. Het beweegt zich op het gebied, waarop het menschelijk vernuft met reuzenschreden is vooruitgegaan en behandelt, zij het dan ook zoo elementair mogelijk, zaken die als geen andere omkeering gebracht hebben in geheel het menschelijk bestaan.

Reeds Commenius wees op het groote belang van het onderwijs in de kennis der natuur. Maar wat hielp het? De stof zelve was totaal onbekend bij hen, die het onderwijs in handen hadden.

Zou de verklaring ook in het feit liggen, dat zoo vaak waar te nemen is, n.l. dat het meest voor de hand liggende het laatst onder de aandacht valt?

Onbekend maakt onbemind, zegt het spreekwoord, maar dikwijls ook gebeurt het, dat juist het vreemde de aandacht trekt en in den smaak valt.

Verhalen over vreemde landstreken, zonderlinge gebeurtenissen, gedrochtelijke wezens en dergelijke vinden steeds, vooral bij den onontwikkelde, veel meer bijval, dan de geschiedenis van een eenvoudig alledaagsch voorwerp.

„Nog al gekker" zei een boer, die een onderwijzer met een handvol bloemen ontmoette, „nou motten ze al van de blommen leeren ook!" Had iemand hem een dik boek over Meden en Perzen laten zien, hij zou hem bewonderend hebben aangezien.

Er is nog altijd veel in ons onderwijs, dat aan het oordeel van dien boer herinnert. Er worden nog steeds veel zaken geleerd, die met de holle vaten den klank gemeen hebben, doch ook de leegte.

Eigenaardig is het in oude werken die voorliefde op te merken, waarmede allerlei zonderlinge wezens werden beschreven. Men had ze wel nooit gezien, maar dat deed er niet toe.

Later putte men de gansche natuur uit om bewijzen bij te brengen voor de speciale verheffing van den mensch tot heer der schepping. Uitsluitend te zijnen nutte had de wijze Voorzienigheid alles zoo geschapen. De gansche schepping draaide om een spil: de mensch.

Ter illustratie zij een en ander aangehaald uit een boekje van het einde der vorige eeuw dagteekenend:

V. Waarom aan den mensch onderworpen? (n.l. de dieren).

A. Omdat zij voor ons moeten arbeiden hetgeen zij anders niet zouden willen doen.

V. Zij hebben het voorrecht van schielijker op te groeien dan wij?

A. God heeft dit opzettelijk zoo bestemd: want: eenige jaaren naar hunnen vollen wasdom te wagten en intusschen voor hun te zorgen, terwijl wij ze aanstonds tot den arbeid noodig hebben, zou ons zeer belemmeren.

V. Waarop (heeft men) nog meer (te letten)?

A. Op de herkauwing der zulke, die daartoe den tijd hebben, als koeien enz.

Op het verschil der huiden, want het paard, dat in 't gareel moet gaan heeft kort haar en geen dikke wol.

V. Waartoe dienen de dieren?

A. God gaf ze ons, om armoede en gebrek te boven te komen.

V. Waarom hebben zij geen redelijk verstand?

A. Omdat zij dan niet voor ons zouden willen werken, maar zelfs tegen ons opstaan en mogelijk willen verdelgen.

V. Maar waarom gaf God driften aan de dieren?

A. Om ons daardoor voordeel en gemak te geven, want: als zij gelijk een steen of blok waren, kon men geen dier regeeren.

V. Maar om dat wild zijn doen zij ons schade?

A. Zij komen ons voorzeker minder te pas dan de tamme huisdieren en daarom gaf God hun een wilden aart.

Een ordelijke beschouwing der natuur om haars zelfs wille, en uit een wetenschappelijk oogpunt is nog van betrekkelijk jongen datum. En als men in aanmerking neemt, hoe ontzettend uitgebreid het gebied der natuur is en hoeveel er in het algemeen gewerkt en gezegd moet worden alvorens de invloed op de praktijk van het onderwijs merkbaar wordt, dan komt ons de achterlijke toestand niet zoo onverklaarbaar meer voor.

Maar gelukkig zijn er in de laatste jaren teekenen van verbetering aan te wijzen.

Toch baat goed voorgaan weinig, als goed volgen niet wel mogelijk is.

Voor goed onderwijs in de kennis der natuur is een groot fonds van kennis noodig, en dit ontbreekt bij een groot deel der onderwijzers. Men zegge niet, de onderwijzer kan licht genoeg om de beginselen te leeren. Hij moet uit den schat zijner eigen kennis met oordeel kunnen kiezen naar gelang van klasse, omgeving en tijd.

Om hem daartoe in staat te stellen zou hij in vele gevallen een betere opleiding behoeven dan hij tot nog toe geniet.

Ook op de akte-examens zou men zich niet langer tevreden moeten stellen met de al te bescheiden eischen van thans; vooral, waar het de kennis van mensch, dier en plant betreft.

Doch men trooste zich met het goede, dat er reeds is, en schatte het om zijn geringheid niet gering, maar verzorge het met des te meer liefde.

DOEL VAN HET ONDERWIJS IN DE KENNIS DER NATUUR.

Het doel van het onderwijs in de kennis der natuur moet zijn:

a. Het opmerken van oorzaak en gevolg in de verschijnselen, die de leerling rondom zich waarneemt, natuurlijk voor zoover dat voor zijn verstand geschikt is.

b. Het opmerken van overeenkomst en regelmaat in het groote aantal natuurvoorwerpen, waarmede de leerling in aanraking komt.

c. Het inboezemen van liefde en belangstelling voor de natuur.

d. Het gewennen aan nauwkeurig, bedaard en ordelijk waarnemen, met onderscheiding van hoofd- en bijzaken.

e. Het mededeelen van practische kennis omtrent de meest bekende dieren en planten en vooral, omtrent het menschelijk lichaam, voorzoover dat aan leerlingen der L. S. kan gedaan worden.

Vooral op punt *e*, wensch ik, wat het laatstgenoemde betreft, met nadruk te wijzen.

Het is treurig te zien hoe karig een aandeel ons eigen lichaam in de leerstof heeft en toch wat is er, dat den mensch meer direct aangaat. Verbeeld u een machinist, die wel allerlei verhalen van vroegere machinisten weet op te disschen, zelfs honderden plaatsen weet, waar ook zulke en waar andere machines gebezigd werden of worden — maar niet op de hoogte is met samenstelling en behandeling zijner eigen machine.

Dat is absurd!

En toch, worden in de school niet honderden in die richting geleid?

Is dan de stof te onbegrijpelijk of kan men niet aanschouwelijk genoeg zijn?

Laat ons eens vergelijken:

Het uiterlijk van den mensch — de woonplaats.
Het geraamte . . . . . — de provinciën.
Inwendige deelen . . . . . — Zwitserland.

Ik zie geen enkele reden waarom, uit een paedagogisch oogpunt beschouwd, het tweede rijtje geschikter stof noemt dan het eerste.

Het practisch nut der kennis van het menschelijk lichaam zal toch wel niemand ontkennen.

Men bedenke ook, dat hygiënische wenken en raadgevingen slechts dan ingang zullen vinden, als men het voordeel er van begrijpt. Een leerling, die weet, dat koolzuur schadelijk, zuurstof onmisbaar is, dat men gene uit-, deze inademt, een leerling wien dit niet *gezegd*, maar *onderwezen* is, zal het nut beseffen van ventilatie en frissche lucht.

Hoe beter hij op de hoogte is met de schoone inrichting van zijn lichaam, hoe beter hij de onmisbaarheid der verschillende deelen beseft, des te beter zal hij er zorg voor dragen.

Zoo is dit onderwijs als geen ander bevorderlijk aan de volksgezondheid.

Eerst wanneer in de volksschool een hechte grondslag gelegd is voor de kennis van het menschelijk lichaam, zullen pogingen van volkshygiënisten slagen, waar zij door populaire geschriften practische wetenschap verspreiden en nuttige wenken geven.

Vooral die werkjes en blaadjes, welke ten doel hebben de nadeelen van allerhande uitspattingen aan te toonen en er voor te waarschuwen, zullen slechts resultaten hebben, waar de zaden niet op den rotsbodem der onwetendheid vallen.

Waar toch is de verregaande zorgeloosheid van het volk bij besmettelijke ziekte anders aan te wijten dan aan onwetendheid?

Wat worden er niet tal van lichte ongesteldheden verwaarloosd, die naderhand de ernstigste gevolgen kunnen hebben!

Wat wordt er niet een geld weggeworpen aan de allerzotste

kwakzalverijen, om nu alleen het Voltakruis maar eens te noemen.

Wat een vooroordeelen en traditioneele zonden moet de mensch zich van de wieg tot het graf niet laten welgevallen!

En alles uit onwetendheid.

Betrekkelijk veel kan de lagere school in den beperkten leertijd leeren.

De feiten keeren dagelijks terug, zoodat er niet zooveel kans is als bij andere vakken, dat de leerstof spoedig zal vervliegen.

Ook de kennis van planten en dieren is van veel belang; vooreerst, omdat het practische kennis is. Maar ook is liefde tot de natuur onmogelijk zonder kennis van haar schepselen.

Voor den onontwikkelde is de natuur een verwarde wereld; eerst een ordelijke beschouwing leert haar harmonie, haar schoonheid, haar doelmatigheid kennen; doet iets gevoelen voor de strijden, welke ook daar gestreden worden.

De ingewijde ziet in elk voorwerp der natuur een wezen, welks geschiedenis hem voor een deel bekend is, of aan iets bekends herinnert, welks bestemming en ontwikkeling hem belangstelling inboezemen.

Hij, in wiens geest eenmaal liefde tot de natuur is opgewekt, vindt daarin een onuitputtelijke bron van rein genot, een genot, dat nimmer zal overgaan in zatheid, daar steeds nieuwe en grooter wonderen ontdekt zullen worden; bovendien een genot, dat binnen het bereik van den minst bedeelde der maatschappij ligt.

En zal liefde tot en bekendheid met de natuur ook geen verzachting van zeden uitwerken?

Gevoelt iemand, die een dier, hoe nietig ook, beschouwt als kunstig instrument van mysterieus leven geen tegenzin, om dat organisme te verstoren?

Wat het onderdeel physica betreft, ook hieromtrent zal erkend moeten worden, dat weinig vakken zooveel verband houden met de verschijnselen uit het dagelijksch leven, dat geen vak beter gelegenheid aanbiedt tot zuiver en bedaard waarnemen. Elke fout in aanschouwen en denken kan onmiddellijk met feiten worden aangetoond.

Vergeten we ook niet, dat physica een machtig wapen is ter bestrijding van oppervlakkig oordeel, bijgeloof en dwaze vrees.

Ten slotte zij er op gewezen, dat geen vak, als dat van de kennis der natuur van den grond af tot zoo ver men wil, aanschouwelijk kan zijn, en deze eigenschap maakt het bij uitstek geschikt voor de lagere school.

DE LEERSTOF.

De kennis der natuur omvat: physica, chemie, natuurlijke historie en delfstofkunde.

Van 't laatstgenoemde onderdeel kan op de school weinig werk gemaakt worden. Het best dunkt me, een en ander occasioneel te behandelen. De gelegenheid zal zich zeker voordoen, bij de lessen over aardrijkskunde. Daar toch komt van zelf klei, veen, zout, steenkolen enz. te pas. Van ijzer en andere metalen kan in 't algemeen weinig meer gezegd worden, dan zij als erts uit den grond gehaald worden en dat men de vindplaatsen mijnen noemt. De beschrijving nu dezer mijnen en wat er mede in verband staat: middelen van bestaan, nijverheid, verkeer, behoort tot het vak aardrijkskunde gerekend te worden.

Ook de chemie valt buiten het kader der lagere school. Slechts enkele eenvoudige zaken, tot haar gebied behoorende, kunnen onderwezen worden, bijv. het bereiden van eenige gassen, iets over verbranden.

Zoo blijven alleen natuurlijke historie en physica over.

Uit het woordje *alleen* behoeft niet afgeleid te worden, dat de omvang der leerstof nu vrij beperkt is. Integendeel: juist het veel omvattende is nog een groote moeilijkheid. Het eene verdringt het andere. Dìt moet in de leerstof worden opgenomen om zijn nut, dàt om zijn schoonheid.

Telkens stuit men bij de keuze van onderwerpen op zaken, die ons doen denken: „Maar 't is toch te erg, om dat over te slaan; dat mag toch niet buiten bespreking blijven."

Zoekt men zoo het allerbelangrijkste en meest geschikte bijeen, dan schrikt men ten slotte van de hoeveelheid en weer moet gezift, vergeleken en gekozen worden.

Toch is het aan te bevelen, maar flink het snoeimes te hanteeren en alleen dat te behouden in ons leerplan, wat werkelijk op de school onderwezen kàn worden en wel goed onderwezen kan worden. Veel is dat niet. Doch tot geruststelling herinnere men zich het oude gezegde:

Niet het vele is goed — maar het goede is veel.

Ik heb me voorgesteld de leerstof der natuurlijke historie te verdeelen over de laatste vier leerjaren; de physica behoort beter thuis in de laatste twee leerjaren (van de zes.)

Tot de natuurlijke historie zijn te rekenen: dierkunde en plantkunde. De eerste onderscheide men in:

1. Kennis van het menschelijk lichaam.
2. Kennis van dieren.

De kennis van het menschelijk lichaam dient tot grondslag voor de dierkunde. Met gene vangt men dus den cursus aan. Valt dit in den winter, wanneer er *minder* aan plantkunde te doen is, dan kan men er nu en dan twee uur per week aan besteden. In den zomer houde men voor dierkunde één uur; voor plantkunde ook één uur, met dien verstande, dat het wel eens gunstiger kan zijn twee uur plantkunde te nemen. Dat hangt van de gelegenheid af. Maar men dient toch eenigen norm aan te nemen.

Ditzelfde geldt voor de volgende leerjaren.

In den eersten kring dan behandelt men alles, wat van het menschelijk lichaam onmiddellijk is waar te nemen en dat voor bespreking geschikt is. Het wordt dus een reeks aanschouwingslessen over het menschelijk lichaam.

Men zorge in de eerste plaats voor een zoo ordelijk mogelijke verdeeling van het geheel. Op het einde van deze lessen wordt nog iets geleerd over het geraamte en iets over spieren. Is echter wat vooraf moet gaan voldoende onderwezen, dan zijn drie à vier lessen over de laatste onderwerpen toereikend.

De rest van het leerjaar wordt aan eenige diertypen gewijd.

Een drietal wordt meer uitvoerig als grondvorm behandeld.

In het tweede leerjaar wordt het menschelijk geraamte behandeld, nauwkeuriger dan in den eersten kring mogelijk is geweest. Ook over spieren kan iets meer geleerd worden.

Tot den derden leerkring rekene men de inwendige deelen van den mensch, vooral die welke op spijsvertering, ademhaling en bloedsomloop betrekking hebben.

In het laatste leerjaar behandele men de functiën der inwendige organen, voor zoover die voor de leerlingen gepaste leerstof opleveren. Bovendien worden eenige menschenrassen besproken (aansluiting met aardrijkskunde.)

Evenals in den eersten kring wordt ook in de andere de behandeling van het menschelijk lichaam gevolgd door de bespreking van eenige diertypen of diergroepen.

De vraag dient overwogen, welke diertypen gekozen moeten worden. Ik ben daarbij van de volgende beginselen uitgegaan:

De eerste kring moet zooveel mogelijk aan de leerlingen bekende dieren omvatten, die zij op een gegeven oogenblik kunnen waarnemen. Bij de keuze dient men zich te hoeden voor een zekere eenzijdigheid. Het heeft zijn nut de visschen en de vogels bij de eerste typen te doen vertegenwoordigen. Het begrip *dier* wordt daardoor al aanstonds verruimd.

In de laatste leerjaren dienen dieren of groepen van dieren in behandeling te komen, welke een verschijnsel, dat waargenomen moet worden, duidelijk vertoonen. Ook wordt er op gelet, dat de te behandelen dieren, òf in de omgeving vrij gemakkelijk gezien kunnen worden, òf bij het overig onderwijs òf in 't dagelijksch leven vaak ter sprake komen.

Daar bij de dierkunde de behandeling van het menschelijk lichaam den grondslag vormt, wordt van zelf hierbij de verdeeling der leerstof eenigszins anders dan bij plantkunde.

Bij dierkunde toch zullen verschillende termen als: ribben, dij enz., geen moeilijkheid meer opleveren. Bij plantkunde daarentegen dienen eerst eenige termen geleerd te worden, al is het dan ook, dat men het aantal tot het strikt noodige wenscht te beperken. Men kan toch moeilijk een plant bespreken zonder termen als: stam, takken, nerven, meeldraden. Het zal dus noodig en gemakkelijk zijn, dat de leerlingen

van deze en dergelijke zaken heldere voorstellingen hebben.

't Is om deze reden, dat ik den eersten kursus *voornamelijk* wensch te wijden aan het verstaan van eenige termen.

Natuurlijk wordt daarbij van aanschouwing uitgegaan. Door waarneming derzelfde zaken aan verschillende voorwerpen wordt het begrip volledíger en duidelijker.

Ook wachte men er zich voor zoo maar in de school bijv. met bladeren te beginnen. Neen, de leerling moet onderdeelen van planten ook als onderdeelen gezien hebben. Hij moet met de herkomst bekend zijn.

In den eersten kring wordt alzoo geleerd wat de leerlingen van bladeren, stengels, wortels en bloemen hebben te weten en wel naar aanleiding van in leven waargenomen voorwerpen.

Op dezelfde wijze komen voor het volgende jaar in aanmerking: knop, stek, vrucht, zaad, bol, knol, wortelstok en hun ontwikkeling.

Het voorgaande als grondslag genomen kan men in 't volgende jaar enkele wilde planten uit den omtrek leeren kennen, alsmede de voornaamste landbouw- en tuinbouwgewassen.

In den laatsten kring krijgt men behalve een uitbreiding van het voorgaande nog de voornaamste uitheemsche cultuurgewassen. Dan kan ook iets geleerd worden omtrent verspreiding en bevruchting.

Zooals gezegd is, zou de physica tot de laatste twee leerjaren bepaald dienen te worden. De onderwerpen in dien tijd te behandelen, kunnen de volgende zijn:

Bepaling van het volumen.

Drukking door de lichamen uitgeoefend, gewicht.

Hefboomen, weegschaal, soortelijk gewicht.

Wet van Archimedes, communiceerende vaten, capillariteit, osmose.

Smelten, stollen, oplossen, kristallen.

Koolzuur, zuurstof, waterstof, lucht.

Lucht neemt plaats in.

Lucht drukt, barometer, hevel.

Grooter of kleiner luchtdruk in kleiner of grooter gemaakte ruimte: pompen, luchtpomp enz.

Warmte, uitzetting, thermometer, wanneer ontstaat warmte.

Koken, damp, distelleeren.

Waterdamp oefent drukking uit, grondidee der stoommachine.

Geluid. Geluid is trilling.

Magneet, kompas.

Electriciteit door glas of hars te wrijven.

Electriciteit door een element opgewekt, stroom.

Invloed van een stroom op week ijzer.

Grondidee der telegraaf.

Dat hier geen onderwerpen bijgenomen zijn aan de leer van het licht ontleend, is geen verzuim. Licht toch is m. i. geen onderwerp voor de lagere school. Wel kan men allerlei proeven nemen, maar een leidende gedachte, iets algemeens kan er pas in gebracht worden door het nagaan van den gang der lichtstralen. En daar dit denkbeeldige lijnen zijn, zou er bij een beschouwing van optische verschijnselen meer abstracts komen, dan voor de leerlingen der lagere school geschikt is.

HULPMIDDELEN.

In veler oogen heeft de kennis der natuur als leervak der lagere school het bezwaar, dat er zooveel hulpmiddelen voor noodig zijn. En dit is niet te ontkennen. Doch in dit bezwaar ligt iets als een erkenning van de groote waarde van een vak, waarbij zoovele hulpmiddelen ter direkte waarneming zijn te pas te brengen.

En zou het aanschaffen dier hulpmiddelen meer kosten dan de bouw van een gymnastieklokaal, of de meubileering er van, of meer dan voor onderwijs in de handwerken noodig is?

Is er een gegronde reden om kennis der natuur bij genoemde vakken achter te stellen? De uitgaven zijn trouwens periodiek niet zoo groot. Heeft men eenmaal een en ander en is men er zuinig mee, dan kunnen de hulpmiddelen jaren mee.

Voor plantkunde zijn uit den aard der zaak weinig kost-

bare hulpmiddelen noodig. Daar kan men met eenige moeite bijna altijd voorwerpen uit de werkelijkheid te aanschouwen geven en waar dit mogelijk is, zijn nabootsingen niet alleen onnoodig, maar schadelijk.

In sommige gevallen, bij bevruchting bijv. doet een schetsteekening op het bord minstens evengoed dienst als een fraai gekleurde plaat.

In de stad verkeert men zeker in veel ongunstiger omstandigheden dan buiten. Maar zou toch in de meeste gevallen de wil geen weg weten te vinden? Zijn er werkelijk zooveel scholen, waar met zaaibakken, trekglazen en bloempotten niets te doen is? Zijn er in Nederland zulke groote steden, dat één reisje per maand naar buiten of naar een park onmogelijk is?

Als men dan niet kan wat men wil, laat men dan ten minste willen wat men kan.

Het is aan te bevelen ieder kind een kleine loupe te geven, of ten minste er een vijftal tot zijn beschikking te hebben.

Bij een samengesteld microscoop heeft men het bezwaar, dat maar één leerling te gelijk kan komen zien. Bovendien moet men dan nog maar raden of hij werkelijk waarneemt, wat we wenschen, daar verschillende oogen verschillende standen van het instrument eischen.

Sommigen willen elk kind een herbarium aan laten leggen. In de praktijk blijkt dit bezwaarlijk. Ik zou er de voorkeur aan geven de mooiste exemplaren der behandelde planten of plantendeelen te drogen, op te plakken en aan den wand te hangen, liefst achter glas. Dan kan er zonder moeite nog eens op het behandelde de aandacht gevestigd worden. De namen kunnen in overleg met de leerlingen op het papier naast het voorwerp geschreven worden. Koornhalmen, dennekegels e. d. kunnen zóó opgehangen worden.

't Is niet aan te bevelen bij een volgenden kursus in plantkunde gebruik te maken van praeparaten uit een vorige. Met de klasse legge men een nieuwe verzameling aan, overeenkomstig de behandelde leerstof. Het hoofddoel moet niet uit het oog worden verloren. De leerlingen zullen natuurlijk hun

best doen ook een en ander mede te brengen. Men neme aan, waar voordeel mee te doen is, wijze hun op het verkeerde er van planten en dieren mede te brengen, zonder bepaald doel.

Ook late men zich door medegebrachte zaken niet van den weg brengen, maar wijde slechts dan de *bijzondere* aandacht er aan, als ons plan er toe leidt.

Van veel belang voor het onderwijs in de plantkunde zijn trekglazen, bloempotten, zaaibakken en vooral een schooltuintje.

De eerste drie voorwerpen kunnen vooral dienst doen als men de ontwikkeling van planten of plantendeelen uit zaad, bol, knol, stek of knop in 't bijzonder wil nagaan. Natuurlijk behoeft dit een volgen derzelfde ontwikkeling in de natuur niet uit te sluiten.

In een schooltuintje neme men een hoekje zandgrond, een hoekje kleigrond en een deel dat meer in 't bijzonder den moestuin moet verbeelden. Ook voor sierplanten reserveere men een hoekje.

Op het eerste zaaie men de eigenaardige zandgrondgewassen, op het tweede die planten, welke beter op kleigrond gedijen. Ter vergelijking zaaie men bijv. in beide tarwe.

In het moestuintje worden groenten gekweekt.

Het zaaien, bewerken en bemesten moet in tegenwoordigheid der leerlingen geschieden. Zij moeten er aan meehelpen.

Uitvoerige bespreking dezer verrichtingen, modellen van landbouwwerktuigen e. d. behooren op de lagere school minder thuis.

Opzettelijk kweeken van in 't wild groeiende planten, teneinde die te leeren kennen is in 't algemeen niet wenschelijk. Groeit er in den schooltuin onkruid, goed! dan is het inderdaad een wilde plant en men heeft een goede aanleiding om na te gaan, hoe die plant daar gekomen kan zijn: een bijdrage dus voor de verspreiding.

Wel kunnen wilde planten, *buiten gezien*, in een pot medegenomen worden om dan verder in de school verzorgd te worden: bijv. als de leerlingen haar bijzonder mooi vinden, of als men wil weten, welke bloemen er aan zullen komen,

of als men een bijzonder verschijnsel wil laten waarnemen (het ontstaan der z.g. lampjes aan de paardebloemen).

Platen zullen noodig zijn, waar het de behandeling betreft van uitheemsche cultuurgewassen. Ten zeerste kunnen daarvoor worden aanbevolen:

Ausländische Kulturpflantzen van prof. Goering und Schmidt bei Wachsmuth, Leipzig.

De atlassen à *f* 1.50 verkrijgbaar gesteld aan het Kon. Museum te Haarlem. Thans zijn er drie.

De eerste serie bevat zes schoone platen: 88 × 66 en wel: koffie, thee, cacao, katoen, tabak, peper en gom. Afzonderlijke planten, kweekwijze, omgeving en aanvankelijke behandeling zijn op de platen afgebeeld.

De platen van de atlas zijn klein en moeten dus in de klassen worden rondgegeven. Daarop vindt men o. a. palmen en rijst.

Voor een tropisch landschap is aan te bevelen de plaat van Theod. Fischer, Kassel.

Wat dierkunde betreft moet men ten minste platen hebben met afbeeldingen der te behandelen uitheemsche dieren. Daartoe kan men gevoeglijk zijn keuze doen uit:

Zoölogischer Atlas 41 farbige wandtafeln von Lehmann nach Leuteman, Specht und Schmidt bei Wachsmuth, Leipzig. De dieren zijn weergegeven in hun eigenaardige omgeving. De grootte der platen is 88 × 66.

15 Thierbilder von Lehmann bij Wachsmuth, Leipzig.

Ook schaffe men van denzelfden bewerker aan: Zoötomischer Wandtafeln, nos. 1, 2, 3, 4.

Englеders wandplaten (van Raven—Rijp) zijn niet zoo fraai, maar hebben het voorbeeld, dat er bij vele typen anatomische figuren gevoegd zijn.

Behalve die platen schaffe men minstens een geraamte aan van een hond en van een vogel (haan.) Schedels en pooten van andere dieren, vooral van de behandelde typen zullen ook goed te pas komen. Met een weinig goeden wil kan men daar zelf heel wat van bijeen brengen. Men wenscht bijv. den schedel van een schaap.

Men bestelt een kop bij den vleeschhouwer. Hij mag er al wat vleesch is afsnijden, zonder het been te beschadigen. Men krijgt de rest voor een paar kwartjes.

Dien kop zaagt men met een gewone zaag overlangs door. Men haalt het ruwste vuil er uit en kookt de beide helften in water, met soda en wat zeep. Na een half uur of een uur kan men het been voldoend schoon maken. Met een koperdraadje zijn de helften gemakkelijk samen te voegen. De onderkaak houde men zoo goed mogelijk heel. Valt er een tand uit, dan doopt men den wortel in lijm en steekt hem in de tandkas. Pooten laten zich zeer geschikt op een dergelijke wijs behandelen. Men boort aan de einden gaatjes en steekt er koperdraden door, om de kootjes en middelhandsbeentjes enz. bij elkaar te houden.

Insekten kan men gemakkelijk zelf opzetten [1]). Van een paar typen moet iedere leerling een voorwerp kunnen hebben. Aan te bevelen is het, van de te behandelen insekten een praeparaat der volledige gedaanteverwisseling te hebben.

Daarvoor zijn bij Merkelbach Nieuwendijk, Amsterdam doosjes verkrijgbaar à ± *f* 3. De kinderen de gedaanteverwisseling in werkelijkheid te doen nagaan is natuurlijk beter, maar dat gaat altijd niet: men denke bijv. aan den meikever.

Een rupsenhuis is gemakkelijk te maken. Een aquarium is ook zeer aanbevelenswaard. Bij voldoende aanwezigheid van waterplanten is vaak ververschen onnoodig.

Kan men zich geen heusch aquarium aanschaffen, dan vallen karaffen en stopflesschen voor vischjes, kikkerlarven, waterinsekten enz. toch onder ieders bereik.

Opgezette vogels en dieren zijn natuurlijk zeer aan te bevelen.

Voor de behandeling van het menschelijk lichaam is een romp met uit elkaar te nemen deelen het ideaal, dat weinigen verwezenlijkt zullen zien.

Een skeletarm en been, een hart van papier-maché ligt meer onder ieders bereik.

---

1) Zie Handboek voor de verzamelaar en verschillende artikelen in 't Tijdschrift de Levende Natuur.

Verder moet men zich met platen behelpen en dan zijn die van Max Eschner: Anatomische Wandtafeln für den Schulunterricht zeer goed. Er zijn er vier. Plaat 1 en 2 geven te zamen een skelet- en een spiermensch op iets minder dan natuurlijke grootte. Uitgave van Wachsmuth, Leipzig.

Voor de te behandelen menschenrassen zijn geschikt: Völkertypen von Lehmann und Leutemann, Wachsmuth, Leipzig. Deze serie bestaat uit zes platen, verbeeldende:

Een Eskimofamilie.
„ Indianen „
„ Neger „
„ Hindoe „
„ Chineesche „
Australische inboorlingen.

De menschen zijn in hun eigenaardige omgeving geschetst.

Voor het onderwijs in de physica kan men zelf een en ander maken: hefboomen bijv. De noodige chemicaliën levert ieder drogist. Maar enkele instrumenten zal men moeten koopen. Zie hier, waarmede men *volstaan* kan. Sommige zaken kunnen dubbelen dienst doen, bijv. de buis met trechter der communiceerende vaten als veiligheidsbuis bij gasproeven. De met een † geteekende voorwerpen zou men desnoods nog kunnen missen.

Twee maatglazen, 50 en 500 c.M³.

Een veerunstertje.

Balans met gewichten.

† Emmertje van 's Gravezande.

Communiceerende vaten, lange buis met trechter, korte met fijne punt, beide in een doorboorde kurk passend in de comm. vaten. 't Derde der comm. vaten wordt door een kurkje gesloten.

Spirituslamp.

† Bunschsche brander met gaas en drievoet.

Flesch van 1 L. met dubbel doorboorde kurk en kort rechthoekig gebogen buisje.

6 reageerbuisjes, eenige haarbuisjes.

† Phneumatische bak met trog.

Een flesch met glazen stop, zonder bodem.
Kolf met doorboorde kurk, waarin een buisje.
Buis met nauwkeurig passenden zuiger en kraan.
„ „ „ „ „ De buis onder gesloten door een blaas of door elastiek.
Glazen buizen aan beide zijden open.
„ „ „ één zijde open van ± 10, 30, 50 en 80 c.M.
$2^1/_2$ K G. kwik.
Bakbarometer.
Zuighevel en steekhevel.
Model perspomp.
„ zuigpomp.
Luchtpomp.
Bol van 's Gravezande.
Toestel voor linéaire uitzetting.
Nauwe glazen buis met bol.
Thermometer met schalen, F., R. en C., met smeltpunt en kookpunt.
Buis met zuiger, aan een zijde dicht.
Model stoomschuif.
Twee sterke staafmagneten.
Model scheepskompas.
Glas- en harsstaaf.
Twee geïsoleerde koperen cylindertjes, één met scherpe punt.
† Electriseermachine.
2 elementen van Bunsen met draad.
Electromagneet.
† Model telegraaf.
Verder komen te pas: eenige fleschjes met enkel en dubbel doorboorde kurken en eenige andere gemakkelijk te verkrijgen dingen als: een zuigleer, een vogelfonteintje enz.

LEESBOEKEN.

In het begin en het midden dezer eeuw dacht men alles te kunnen onderwijzen, door een droog en dor extract van buiten te laten leeren.

Men kwam spoedig tot de overtuiging, dat zoo iets weinig of geen gunstige resultaten opleverde.

De meening deed zich gelden dat het wel aan den vorm kon liggen en men kwam op het denkbeeld, de leerstof te behandelen in aardige lesjes. Soms werkelijk aardig, vaak ook overdreven aardig. Ik denk hier bijv. aan een les over het viooltje. Elk onderdeel werd een persoon. Mij dunkt, dergelijke mooimakerij bewijst de zaak geen dienst. Zóó moet men niet trachten belangstelling te wekken voor een zaak, die geheel op zich zelf interessant is. Men moet niet tot de beschouwing van een schilderij opwekken, door er een buitengewone lijst om te plaatsen.

Ik verklaar mij hiermede niet tegen het gebruik van leesboekjes over Natuurlijke Historie. Integendeel: goede boekjes zijn bij goed gebruik zeer nuttig.

Mij dunkt, het moet de belangstelling der leerlingen wekken in een boek een en ander te lezen omtrent een zaak, welke ze zelve pas hebben waargenomen. Het zal hun verrassen, daar iets te vinden, waaraan ze nog niet gedacht hadden, of dat ze niet hadden kunnen waarnemen.

Het is goed, ze te wennen het boek over vragen te raadplegen, die hun waarneming niet kan beantwoorden. Immers ook wij gaan op dergelijke wijze te werk. Wie een of ander dier vindt slaat een boek na om er wat meer van te weten en vindt dan weer dingen, waarop hij later eens letten zal.

Bovendien, wat moet de reeds aanwezige voorstelling vaak en nauwkeurig gereproduceerd worden bij vergelijking met de stof, die het boek biedt.

Natuurlijk eischt iedere klasse een leesboekje, waarin datgene behandeld wordt, wat zich aansluit bij de leerstof in die klasse onderwezen.

Er zou dus een reeks van boekjes ontstaan voor vier

schooljaren, opklimmend in moeilijkheid, naar vorm en naar inhoud.

De inhoud zou moeten bevatten: Iets over de behandelde of over soortgelijke dieren, over handels- en voedingsgewassen. In de hoogere klassen zouden ook lessen te pas komen over onderwerpen, tot de physica behoorend. Deze stof kan voor nagenoeg alle scholen de zelfde zijn.

Wat in het wild groeiende planten betreft, daarvan zal slechts bij uitzondering iets in de leesboekjes worden opgenomen.

't Is ook niet de bedoeling, dat de leesboekjes niet meer of minder stof zullen geven dan waargenomen is. In 't algemeen moeten de lesjes zaken bespreken, die met behulp der nieuw verworven voorstellingen goed te volgen zijn, doch die in de meeste gevallen buiten het bereik eener werkelijke aanschouwing liggen.

Natuurlijk mogen geen feiten worden vermeld, die de werkelijkheid anders leert.

Mooimakerij, anekdoten en grapjes e. a. moeten vermeden worden. Behalve van gemaaktheid en onwaarheid hebben zij het groote nadeel, dat zij van de hoofdzaak afleiden; niet de behandeling moet de aandacht vragen, maar de zaak.

Daarom: hoe eenvoudiger hoe beter. Eenvoudig; maar niet vervelend en droog.

Ik wenschte voor de school, wat schetsen, als Salverda van Brehm vertaalt, voor volwassenen zijn. Ik wenschte in de lesjes dat gevoel gelegd zien, dat getuigt van ware liefde en bewondering voor de natuur.

Geen voordeel is het, dat de kinderen in de lesjes een *voorbeeld* zouden hebben, hoe zij zelve over een of ander onderwerp te schrijven hebben.

Laat ze dat op hun manier doen d. w. z. op een voor hun passende manier. We moeten de kinderen niet aansporen steeds groote menschen na te doen.

Wat de behandeling aangaat: deze volgt op aanschouwing en bespreking.

Ook zou ik de lesjes niet als *leesles* behandeld willen zien.

Vooral late men niet, zooals vaak gebeurt, deze lesjes een half uur — een uur achtereen àl maar lezen. Men kan zoo hoogstens bereiken, dat de leerlingen de woorden zien en luid of in gedachte noemen — maar er bij denken, dat schiet er spoedig bij in. En denken is hier uitsluitend doel.

Ook kan men niet zeggen dat zoo'n handelwijs, die ten laatste de leerlingen met een zucht van verlichting het boek doet sluiten, nu juist het middel is, om de lust op te wekken, later óók eens een boek ter hand te nemen.

Laat de onderwijzer of een goede lezer de les voorlezen; laat ze eens of tweemaal overlezen door anderen lezen en dan uit, ten minste wat het enkel lezen aangaat.

Als er afbeeldingen bij staan, worden die vooral goed bekeken en besproken, zoo mogelijk met andere of met de werkelijkheid vergeleken.

Verklaring van woorden, uitdrukkingen, zinswendingen moet in 't algemeen onnoodig zijn.

Vooral draagt de onderwijzer zorg, dat de inhoud nauwkeurig wordt overwogen en getoetst aan eigen ondervinding. Telkens vrage hij bijv.: Hebben we dat al eens gezien? Hebben we daaraan wel gedacht? enz.

Ik ben vast overtuigd dat lesjes, in dezen geest geschreven en behandeld groot nut zouden stichten.

SCHOOLWANDELINGEN.

Veel is er reeds over schoolwandelingen geschreven, vooral door de voorstanders. Tegenover de voordeelen door dezen opgesomd stellen de tegenstanders hun bezwaren. En het moet erkend worden, dat deze niet steeds zijn uit den weg te ruimen. Maar dat is ook de kwestie niet. Van welke zaak toch kan gezegd worden, dat zij geheel zonder bezwaren is. Het is maar de vraag of de voordeelen overwegend zijn en die vraag moet, in de eerste plaats waar het natuurlijke historie betreft, met ja worden beantwoord.

Een bezwaar dan is de grootte der klassen. Ik ben van meening, dat het beter is met de geheele dan met de halve klas te gaan. In scholen, waar het hoofd geen klasse heeft kan hij met een der onderwijzers samen den tocht leiden en dan is het bezwaar zeer wel overkomelijk.

Een ander is de groote afleiding buiten, van de aandacht der kinderen. Dit bezwaar kunnen de leiders zelve voorkomen. indien ze zich maar niet voorstellen, dat buiten *gedoceerd* moet worden. Op de schoolwandeling is wijzen en waarnemen hoofdzaak. Een enkel woord ter verduidelijking, maar geen les; dat kan binnen de schoolmuren geschieden.

Dan zijn er nog andere kleine bezwaren: Vermoeienis. Och! de kinderen kunnen 't zoo lang uithouden, als men maar voor eenige afwisseling weet te zorgen. Laat ze eens spelen, eens een versje zingen en laat den klager over vermoeienis zijn klasse eens een oogenblik laten rusten. Hij zal spoedig genoeg zien dat er *geen* rusten *wil!* Ze kunnen geen minuut stil in 't gras zitten of ze beginnen te rollen en krijgertje te spelen en de vermoeienis is weg.

Schoeisel. Ja, dat is soms een bezwaar. In de groote steden zelfs een bezwaar voor de gewone school. Maar dat zijn er toch maar enkele en wie weet, als men vooruit zegt, morgen of overmorgen gaan we wandelen, of die enkelen dan niet op een of andere manier schoeisel verkregen zullen hebben.

Onaangename ontmoetingen. Die kunnen ook zeer hatelijk zijn, maar voor de natuurlijke historie kan men plaatsen bezoeken waar men nagenoeg niemand ontmoet.

Kortom: als iemand tegen schoolwandelingen is moet hij zich niet beroepen op die bezwaren.

En de voordeelen? Wel, voor het onderwijs in de Nat. Hist. is de schoolwandeling eenvoudig onmisbaar, voor wie woorden aan zoo zuivermogelijke voorstellingen en begrippen wil verbinden, voor wie liefde wil wekken tot de natuur.

In welk verband nu moet schoolwandeling staan tot ons onderwijs.

Men kan de stof laten afhangen van hetgeen op de wandeling is waargenomen. Dit lijkt me niet goed toe.

Het is daarbij onmogelijk ordelijk en naar eenig plan te handelen.

Men kan de leerstof bepalen en bij gelegenheid de schoolwandeling te baat nemen om die goed te verwerken. Dit heeft het bezwaar dat men menigmaal iets zal moeten behandelen, waarvoor op de schoolwandeling geen gelegenheid bestaat tot waarneming.

Het beste lijkt me daarom: vooruit de leerstof vast te stellen met dien verstande, dat verschillende onderdeelen vallen in een tijd, dat ze op de wandeling kunnen waargenomen. Om dat te kunnen doen zal het noodig zijn, dat de onderwijzer nauwkeurig kennis neemt en een lijst aanlegt van wat in den omtrek te zien valt.

Achter elke zaak kan hij aanteekenen, wanneer die het best kan worden waargenomen. In die aanteekeningen zullen we dus van sommige planten den bloeitijd vinden, van enkele dieren het vertrek, de tijd van eierenleggen enz.

Nu eens zal het noodig zijn op de schoolwandeling iets nader te beschouwen, wat in de school reeds behandeld is, bijv.: als de landbouwgewassen zijn besproken is het noodig, dat de leerlingen eens geheele velden vol van die gewassen zien.

Dan eens wordt in de school nader besproken wat op de wandeling is waargenomen, bijv. „*de leeuwrik.*"

Ook wordt op de wandeling telkens een oog geslagen op zaken die vroeger reeds waargenomen en behandeld zijn.

Bijv. In den eersten kring worden bladeren besproken. De onderwijzer brengt zijn leerlingen bij een boom, zegt den naam er van en toont een en ander, den stam, de takken, de bladeren. Hij zegt: die bladeren willen we in de school eens goed bezien. Voor ieder kind wordt er een mee genomen, de onderwijzer zelf neemt een takje met eenige bladeren.

Bij elke gelegenheid kijkt men nu nog eens naar dienzelfden boom. De leerlingen mogen vertellen, wat er aan veranderd is; ook mogen ze het zeggen, als ze naderhand op de schoolwandeling ergens elders zulk een boom zien. De onderwijzer vrage dan den kinderen of het inderdaad ook zulk een boom is en waaraan zij het gezien hebben.

De leerlingen der hoogere klassen kunnen op de schoolwandeling een boekje mede nemen om kort aan te teekenen, wat opgemerkt is.

De schoolwandeling, die ik tot nog toe op het oog had, heeft een bepaald hoofddoel, ontleend aan de vooraf vastgestelde leerstof. Een hoofddoel evenwel waarvan men zich vergewist heeft, dat het te bereiken is. Dit neemt evenwel niet weg, dat men gebruik maakt van de gelegenheid, wanneer er iets kan waargenomen, dat met dat hoofddoel in geen rechtstreeksch verband staat. Misschien was voor bedoelde soort de naam leertocht gepaster.

Van tijd tot tijd echter zou ik echte school*wandelingen*, nog liever reisjes wenschen te doen. Er is dunkt me geen beter middel om liefde tot de natuur op te wekken, dan de kinderen zoo frank en vrij, als de grenzen van het gepaste veroorloven, zich te laten bewegen in de vrije natuur, genietende van de vrijheid, de frissche lucht, de schoonheid der omgeving.

De onderwijzer wijst op de heerlijke donkere schaduwplekken tusschen 't dichte geboomte, op de schoone lichte plekken daarnaast, op de verschillende tinten van groen, op de wereld van kleine wezens, die den bodem bewonen, voor wie het grasveld een oerwoud is. Bij dergelijke tochtjes is een troepje van een kind of tien genoeg. Bezwaar heeft het niet voor een klas vier keeren daaraan te wijden, daar 't hier toch niet van overwegend belang is, dat de kinderen 't zelfde waarnemen.

Zoo heerlijk zou het zijn de arme kinderen der groote steden eens enkele malen per jaar, bijv. eenmaal in elk der jaargetijden in bosch of duin vrij te doen ronddartelen en in hun gemoed het besef te wekken wat een wereld van schoonheid bestaat buiten 't eindeloos gezwoeg en getob der menschen.

Ik zou er prijs op stellen, dat op zulk een uitstapje een zeker behelpen werd toegepast, al was het alleen om het hoofddoel niet te benadeelen. Hoeveel genot er voor de meeste kinderen en voor de arme in het bijzonder in moge

liggen eens flink iets goeds te eten en te drinken, dit genot zou ik hieraan niet wenschen te verbinden.

Laat ze boterhammen meenemen, bij een boer melk koopen: laat ze ondervinden dat genieten en veel geld uitgeven volstrekt niet onafscheidelijk zijn.

SCHRIFTELIJK WEERGEVEN VAN 'T GELEERDE.

Het schriftelijk weergeven van wat mondeling met de klasse behandeld is, komt mij van te groot belang voor om het niet toe te passen.

De stof, ontleend aan de natuurlijke historie is er wel het best toe geschikt. Maar ook onderwerpen uit de physica, zooals proeven e. d. leveren geen bezwaar.

Het nut is tweeërlei.

In de eerste plaats zal het weergeven van wat geleerd is, een uitstekend stelonderwijs geven.

Het komt me toch natuurlijker voor dat men opschrijft, wat men geleerd heeft, dan dat men iets gaat leeren om iets te kunnen opschrijven. En dit blijkt bij vele oefeningen der hedendaagsche stelmethoden noodig.

Bovendien is men verzekerd of kan het ten minste zijn, dat de stof geheel onder het *bereik* der leerlingen valt en dat zij voorzoover noodig en mogelijk hun *eigendom* is geworden. Ook dit kan niet van alle tegenwooordige steloefeningen gezegd worden, zelfs niet na voorbereiding.

Het zal niet schaden en voor het vak zal het meermalen noodig zijn, dat zoo'n steloefening gemaakt wordt in een uur, voor taal bestemd, evenals het wel eens nuttig zal blijken, vooral in de hoogere klassen, dat het in het net copieëren als schrijfles geldt.

Ten tweede is zulk weergeven een uitstekende wijze van herhaling. Bij geschikte behandeling zijn de leerlingen niet alleen gedwongen, zich de feiten nog eens voor den geest te roepen, maar ook, om dit op ordelijke, logische wijze te doen.

Heel in het kort zal ik trachten aan te geven hoe naar ik mij voorstel een opstelletje tot stand moet komen, niet om in vragen en antwoorden een werkelijke les te beschrijven, maar om de richting aan te geven. Ik stel daarbij op den voorgrond, dat het doel moet zijn, de klasse te doen werken. Dit nu schijnt vrij onnoozel en overbodig opgemerkt. Bij ieder onderwijs toch moet dit 't streven zijn en in alle mogelijke paedagogische werken wordt er op gewezen; maar ieder, die de praktijk kent, weet hoe moeilijk het is, dat steeds te doen en hoe noodig het is, er steeds aan te denken.

Stel in den eersten cursus moet iets geschreven worden over den hond.

O. We zullen opschrijven, wat we zooal van den hond gezien en geleerd hebben, maar alleen het voornaamste.

Waar beginnen we mee?

L. We moeten er *De Hond* boven schrijven.

O. Goed en dan? Zullen maar beginnen te schrijven, of zullen we eerst eens nagaan waarover we 't zullen hebben?

Dit laatste lijkt de klasse 't best.

O. Waar zullen we dan eerst iets van vertellen?

L. Over 't lichaam. (Dit woord wordt opgeschreven).

O. Over 't geheele lichaam in eens?

L. Eerst over den kop, dan over den romp, over de ledematen (alles achter 't woord lichaam).

O. En dan?

L. Men gebruikt den hond op de jacht.

O. Alleen op de jacht?

L. Ook om schapen te hoeden enz.

O. Waar hebben we 't dan over?

L. Over den dienst van den hond.

O. Waarom kan de hond dat alles doen?

L. Hij is zoo slim, zoo trouw, hij kan goed ruiken, enz.

O. Dat konden we dan wel eerst zetten. Dus waar hebben we 't dan over vóór de diensten?

L. Over wat hij kan en hoe hij is.

In dien geest voortgaande komt men ten laatste tot dit schema.

1. Lichaam { kop (ooren, oogen, neus, tanden, enz.)
   romp.
   ledematen.
2. Hoe de hond is (trouw, slim, verstandig).
   Wat hij kan (goed ruiken).
3. Diensten { jacht (vangen, opsporen).
   hoeden.
   trekken.
   redden (water, sneeuw).
   waken.
   (pleizier).
4. Soorten van honden.

't Kan wel gebeuren, dat de geheele les om is na dit schema, maar dat is niets. Men houdt het staan en de volgende les begint men met de uitwerking. Nu komen vragen: Wat zouden we daarvan opschrijven? Wie kan 't beter zeggen? Dat woord hebben we al zoo vaak, wie weet een beter? enz. Elke zin wordt in zijn besten vorm op het bord geschreven. Men kan die zinnen ook één voor één laten opschrijven, bij wijze van dictée. Soms zal een nieuwe wending of uitdrukking geleerd moeten worden.

De leerlingen schrijven het voltooide deel in hun boekje. 't Is al weer geen bezwaar, als één les voor 't geheel niet volstaat. De kinderen weten het doel en overzien de stof, zij vinden zoo'n lang opstel een belangwekkend en gewichtig werk. En er *is* ook een groote opvoedende kracht in dat werken met een bepaald *doel* voor oogen, dat men wel niet op eenmaal, maar toch zeker, stap voor stap, met moeite en geduld, doch met bewustheid van voldoende kracht bereikt. Met trots kunnen de kinderen in zoo'n boekje bladeren: „Zooveel al! en nu dit nog en dat nog!"

Een verzuimer zal dan ook niet licht een deel willen overslaan, maar het gaarne, zelfs na schooltijd, inhalen.

Het spreekt van zelf, dat de samenstelling van een schema zeer weinig moeilijkheid oplevert, als de onderwijzer zelf de les zoo ordelijk mogelijk heeft doen voorafgaan.

Bij de behandeling van het menschelijk lichaam kan men niet tot het einde wachten, met de reproductie, maar dat is ook niet noodig.

Het geheel staat hun, daar de behandeling bijna uitsluitend analytisch is, steeds voor oogen.

Ook zou ik niet wenschen steeds na elke les den inhoud daarvan schriftelijk te laten weer geven. Men kan toch niet in elke les steeds zulk een afgerond geheel behandelen, als voor een behoorlijk opstelletje noodig is.

Na de behandeling op deze wijze van eenige onderwerpen doen zich hoe langer hoe minder moeilijkheden voor. Ten laatste, als de leerling ook in het zuiver schrijven wat meer gevorderd is, zal een bespreking der verdeeling voldoende zijn en kan aan de hand hiervan het opstelletje zelfstandig worden gemaakt.

In de hoogste klasse zal een geheel vrij opstel over een niet te moeilijk onderwerp na behandeling door den onderwijzer bijv. over den zeehond, geen onoverkomelijke bezwaren opleveren. Ik zou daarbij den leerling het schema boven het opstel laten plaatsen.

Elk opstel wordt, zoodra het nagezien en verbeterd is in een daartoe bestemd schrijfboek in het net geschreven.

HET GEVEN VAN ONDERWIJS IN NATUURLIJKE HISTORIE.

Het onderwijs in dit vak is een moeilijk werk. Is het steeds goed, dat de onderwijzer zijn geheele taak overziet, bij genoemd vak is dat in de eerste plaats noodig.

Bij velerlei onderwijs kan hij, zich verlatende op een goede methode, elke les vooraf bestudeeren maar bij dit vak zal zulk een handelwijze hoogst onvoldoende blijken.

Vooral op het onderdeel *plantkunde* is dit van toepassing. Hierbij toch moet verder gezien worden dan één les. Soms moet weken te voren een en ander gereed worden gemaakt.

Vaak moet de onderwijzer van de gelegenheid gebruik maken en iets behandelen, dat het leerplan eerst later

noemt. En toch mag van de eenmaal ingeslagen richting niet worden afgeweken.

Ook moet de onderwijzer goed overzien, wat reeds behandeld is, daar het op schoolwandelingen voortdurend noodig en nuttig zal zijn nog weer eens op het vroeger behandelde te wijzen.

Daar dus een bestudeering van les voor les niet voldoende is, kan de onderwijzer, die zich zwak gevoelt niet beter doen, dan de koe maar eens flink bij de horens te pakken en een deel van zijn vrijen tijd te besteden om de natuur te bestudeeren en wel eerstens haar zelve; niet haar afbeeldsels in de boeken. Deze komen in de tweede plaats. Zij kunnen leiden en toelichten; maar mogen geen voorstellingen geven. Dit *kunnen* zij ook niet.

Als bij ieder onderwijs moet de onderwijzer bedenken, dat hij een *klas* onderwijst. Zoo vaak wordt voortgebouwd op het antwoord van een of twee, meestal van de vlugste leerlingen, terwijl men ten slotte verwonderd of gemelijk opziet, als blijkt hoe weinigen gevolgd zijn.

Om dit verkeerde en onaangename te voorkomen ruste de onderwijzer niet, voor hij overtuigd is, dat het gros *alles* weet, wat hij wil, dat geweten zal worden. Voortdurend moet zijn blik daarop gericht zijn. Hij zorge bij zijn onderwijs voor bepaalde, juiste vragen en geve behoorlijk tijd om over het antwoord te denken. Niet de eerste de beste, die den vinger opsteekt, mag antwoorden. De vraag, gericht aan allen, wordt beantwoord door één, maar niet vóór *allen* er over nagedacht hebben. Steken er te weinig den vinger op of geven er te veel een verkeerd antwoord, dan moet men zonder verwijl de zaak nog eens verduidelijken. Doet men dit, van het begin af, dan spaart men zich veel teleurstelling. Maar een behandeling, zoo grondig, dat dergelijke stappen terug onnoodig zijn, is natuurlijk beter.

Men behoeft zich niet ongerust te maken, dat het den leerlingen zal vervelen, een zaak zoo van alle zijden te bezien. Dit hangt geheel af van den tact des onderwijzers. Ook de kinderen vinden het een genot als zij gevoelen, precies alles te weten, wat de onderwijzer vraagt.

Voor hen als voor ons geeft het een gerust, aangenaam gevoel, goed in een zaak thuis te zijn.

Men late zich niet weerhouden door de vrees, niet klaar te komen; als één onderdeel niet af is, kan men *óók* niet klaar komen.

Kalm maar zeker ga men verder. Beter iets goeds, dan veel oppervlakkigs. Van een goed onderwijzer hoorde ik eens de bewering: „Ik ben het meest over een les tevreden, als ik het minst behandeld heb." Verstandig opgevat, is hierin veel waars.

Al dat doorvliegen leidt tot vervliegen.

De kinderen gaan verwarren, voelen geen grond meer onder de voeten en de lust bij onderwijzer en leerling schiet er bij in. De mindere leeren „berusten in niet begrijpen", de vluggen genoegen nemen met oppervlakkigheid.

Het onderwijs in de kennis van het menschelijk lichaam geeft nog al eens eigenaardige moeilijkheden. Ik doel hier op plaatsen en deelen, die voor de meesten iets zeer afkeerwekkends, of wel iets zeer lachwekkends hebben. Het laatste merkt men bij kinderen op. Het is het beste alle aanleiding te vermijden. Zal het een enkele keer eens noodig zijn iets te noemen, dat aan z. g. ongepaste zaken kan doen denken, en men bespeurt een half verholen lach of blik van verstandhouding, dan kan men niet anders doen dan zijn gezag te doen gelden en met grooten nadruk en strengen ernst verklaren, dat om dergelijke zaken niet gelachen behoeft of mag worden en zelf dient de onderwijzer een voorbeeld van ernst in deze te zijn.

NATUURKUNDIGE PROEVEN.

De proeven moeten dienen als uitgangspunten. De verschijnselen, die men laat zien moeten, voorzoover zij geen toepassingen van 't reeds geleerde zijn, als fondamenten dienen, waarop men voortbouwt. Men is wel eens gewoon, omgekeerd te werk te gaan, bijv.

Proef. Hier heb ik een knikker. Ik laat hem los. Nu valt hij! Hoe zou dat komen?

Zoo'n proef heeft luttel waarde. Vooreerst wekt zij niet de minste belangstelling. Mogen de leerlingen eerst al heel wat verwacht hebben, dat vallen is zoo dood gewoon. En het antwoord op de vraag?

Een vlugge deugniet zegt: Da's nog al glad; als u hem loslaat!

Verder, dieper komt een kind niet. Men kan ook *te* grondig willen zijn. Er is een grondigheid, die het onderwijs in den grond werkt. En dunkt u, dat het feit verduidelijkt wordt door de mededeeling: „Dat doet al de zwaartekracht. Alle lichamen enz."

Neen. Ook ons maakt die verklaring, laat ik liever zeggen die omschrijving niets duidelijk. Zij dient alleen om gelijksoortige gevallen te betrekken onder een naam, gevallen, die het spraakgebruik niet als gelijksoortig erkent.

Maar voor de lagere school is dat geen kost.

Als het gemakkelijk te onderzoeken was, zou wel deze vraag gepast zijn: „Hoe lang duurt het eer de knikker op den grond is."

Dan zou dit iets zijn, waaraan nog geen leerling gedacht had, en dat toch voor de hand lag; dat zou verrassend en belangwekkend gevonden worden.

Uit een enkele proef mogen ook geen aantal feiten door redeneering afgeleid worden.

De weg der redeneering, dien de kinderen kunnen afleggen is o, zoo kort, als niet zooveel mogelijk waargenomen feiten als handwijzers de juiste richting aangeven.

Een voorbeeld.

De leerlingen weten 1 dM^3 = 1000 cM^3 = 1 L. Zij zien 1 cM^3 weegt 1 Gr. Dan zouden ze kunnen vinden 1 dM^3 weegt 1 KG. 1 L. weegt 1 KG. Zich hiertoe te bepalen is verkeerd. Zonder de redeneering achterwege te laten moeten zij ook *zien* dat 1 L. water 1 KG. weegt.

Proeven hebben somtijds het bezwaar, dat zij mislukken of wat lang duren.

Het is daarom noodig, dat de onderwijzer, die zich voor 't eerst daaraan waagt, het onderwerp vooraf nauwlettend bestudeert niet alleen, maar ook vooraf de te nemen proeven, liefst onder leiding, uitvoert.

In ieder geval dient gezorgd, dat bij den aanvang der les alles tot in de kleinste bijzonderheden ordelijk gereed staat. Want niets werkt zoo storend, dan tusschentijds iets te moeten halen of maken of veranderen.

Zelfs voor den besten onderwijzer zijn nauwkeurige voorbereidselen ten eenenmale onmisbaar.

Voorts late men zooveel mogelijk door de leerlingen doen en vrage daarbij telkens:

Waarom doet ge dat? Wat zou er dan gebeuren? enz.

Natuurlijk moeten de proeven zoo gedaan worden, dat alle leerlingen der klasse het kunnen zien.

Een tafel van $\pm$ 1.2 cM. hoogte, niet te dicht bij de eerste banken geplaatst is daarvoor zeer geschikt.

De proeven mogen niet te omslachtig zijn of te samen gestelde instrumenten of te veel grondstoffen eischen. Maar zij mogen ook niet kinderachtig zijn en moeten belangstelling wekken.

BIJZONDER GEDEELTE.

'T MENSCHELIJK LICHAAM.

EERSTE KRING.

Zooals reeds gezegd is, vormt het geleerde omtrent het menschelijk lichaam den grondslag voor het onderwijs in de dierkunde.

Het dient dus met de meeste nauwgezetheid behandeld te worden. Niet alleen om bovenstaande reden, maar ook om het belang der zaak zelve.

De cursus begint in een zesklassige school in de derde klas. Van het menschelijk lichaam wordt vooral dat behandeld, wat uiterlijk waar te nemen is. Slechts nu en dan wordt een uitzondering op dezen regel gemaakt.

Er wordt een uur per week aan dit onderwijs gewijd. Is de tijd voor plantkunde minder geschikt, dan besteedt men er twee uur aan.

De aangegeven stof kan zonder overhaasting verwerkt worden, vooral als men nu en dan aan het schriftelijk weergeven een uur besteedt, dat volgens den rooster voor „taal" was bestemd. Me dunkt, dat dan toch het taalonderwijs geen schade zal lijden.

Hier volgt letterlijk, wat in een klasse door een kind geschreven is, volgens de aangegeven wijze. De bedoeling hiervan is niet, dat een en ander dat precies zoo zal laten opschrijven.

In elken cursus zal het eenigszins gewijzigd zijn. En vooral wensch ik het niet te geven, om aan te duiden, wat de

onderwijzer mondeling zal behandelen. Het is alleen de bedoeling aan te geven, wat ten slotte het eigendom der kinderen moet zijn:

HET MENSCHELIJK LICHAAM.

Ons lichaam bestaat uit hoofd, romp en ledematen. Aan het hoofd zijn twee deelen: schedel en aangezicht. Wij hebben twee bovenste en twee onderste ledematen.

De schedel is begroeid met haar. Het haar kan zijn: sluik, gegolfd, gekruld of gekroesd. De mannen hebben meestal kort, de vrouwen lang haar. Het haar kan verschillende kleuren hebben bijv. zwart, bruin, blond, wit, rood.

Als de menschen oud worden, krijgen zij grijs haar.

In het haar heeft men geen gevoel. Het is altijd vettig.

Aan het aangezicht heeft men: het voorhoofd, de jukbeenderen, de bovenkaak en de onderkaak.

Ter zijde van het voorhoofd heeft men de slapen.

De bovenkaak kan men niet bewegen, de onderkaak wel. Het voorste gedeelte van de onderkaak heet de kin. Tusschen de onderkaak en de jukbeenderen heeft men de wangen.

Tot het aangezicht behooren verder: de oogen, de ooren, de neus en de mond.

De oogen liggen in diepe holten. Zij worden beschermd door de oogleden. Aan elk oog is een onderlid en een bovenlid. Aan den rand der oogleden groeien haartjes. Die haartjes heeten wimpers. Boven de oogleden vindt men de wenkbrauwen.

Het oog zelf is bolvormig. Aan de voorzijde ziet men een gekleurden ring. Dien ring noemt men het regenboogvlies. Midden in dien ring is de pupil. Deze is zwart en rond. Zij vergroot als het donkerder wordt en verkleint, als er meer licht komt. Het oog is altijd vochtig. Is er te veel vocht in het oog, dan kan een deel door een buisje in den neus loopen. Dit buisje heet traankanaal.

De oogen kan men bewegen.

Wat men van het oor ziet heet oorschelp.

Hieraan ziet men een binnen- en een buitenrand. Onderaan heeft men de oorlel.

In het midden van de oorschelp is een holte. Uit deze holte kan men in den gehoorgang komen. Vóór den gehoorgang heeft men het bokje.

Aan den neus zijn verschillende deelen: de wortel, de top en de twee vleugels. De neus heeft aan de onderzijde twee openingen. Dat zijn de neusgaten. Tusschen de neusgaten is een tusschenschot.

De mond wordt gesloten door twee lippen: de bovenlip en de onderlip. De mond is van binnen met slijmvlies bekleed. Het slijmvlies is rood en vochtig, het begint aan de lippen. De bovenwand van den mond heet verhemelte. Het voorste gedeelte er van is hard en geribd, het achterste gedeelte is zacht. Achter in den mond ziet men den huig. Verder heeft men nog de tong en de tanden.

Met de tong proeven wij. Wij gebruiken haar ook bij het spreken, het eten en het slikken. Aan de voorzijde zit zij vast met een vliesje, het toompje.

Voor in den mond heeft men vier snijtanden boven en vier beneden. Zij hebben den vorm van een beitel. Aan weerszijden van de snijtanden staat een hoektand. Deze is puntig. Aan beide zijden van iedere kaak heeft men vijf kiezen. Op de kiezen zijn knobbels.

Een tand bestaat uit twee deelen: de kroon en den wortel. De kroon is bekleed met glazuur. Als dit ontbreekt, brokkelt de tand spoedig af. Een tand heeft één wortel, een kies heeft er twee, drie of vier.

In den mond, onder de tong zijn twee buisjes waaruit speeksel komt.

De romp bestaat uit drie deelen: hals, borst en buik. De achterzijde van de hals heet de nek. Aan de voorzijde heeft men het strottenhoofd. Als men slikt, wordt het een weinig opgetrokken.

Aan de voorzijde van de borst, middenin, voelt men het borstbeen. Aan de rugzijde kan men de wervels voelen. Van de wervels loopen aan weerszijden zeven ribben naar het

borstbeen. Behalve die zeven loopen er nog vijf paar naar voren.

Bij het ademhalen gaan de ribben op en neer. Bij het midden van het borstbeen, aan de linkerzijde, kan men het hart voelen kloppen.

De bovenste ledematen verdeelt men in drie deelen: schouder, arm en hand.

De schouder bestaat uit twee deelen: schouderblad en sleutelbeen. Het schouderblad is plat en driehoekig. Het ligt achter op de ribben. Het sleutelbeen is met een eind boven aan het borstbeen bevestigd.

De arm wordt verdeeld in opperarm en onderarm. In den opperarm voelt men één been, in den onderarm twee. Boven aan den onderarm heeft men den elleboog, onderaan de pols.

De hand bestaat uit drie deelen: handwortel, middelhand en vingers. In de middelhand voelt men vijf beentjes. Elke vinger bestaat uit drie leden, behalve de duim: die heeft er twee. Het lid aan het eind van elken vinger draagt een nagel. De bovenzijde van de hand heet de rug. Binnen in de hand heeft men de palm en de muis.

De onderste ledematen verdeelt men in drieën: heup, been en voet. De bovenrand van de heup is rond.

Het been bestaat uit twee deelen: dij en onderbeen. In de dij is maar één been, in het onderbeen zijn er twee. Boven aan het onderbeen, aan de voorzijde heeft men de knieschijf.

Aan de voorzijde van het onderbeen heeft men de scheen en aan de achterzijde de kuit. Onderaan het been heeft men den buiten- en den binnenenkel.

De voet bestaat uit drie deelen: voetwortel, middelvoet en teenen. Achteraan den voetwortel is de hiel. In den middelvoet voelt men vijf beentjes. Alle teenen hebben drie leden, behalve de groote: die heeft er twee.

Het lid aan het eind van elken teen draagt een nagel.

De bovenzijde van den voet heet de wreef, de onderzijde de zool.

De menschen hebben gevoel. Zij kunnen voelen met de vingers, met de tong, met alles; maar niet met het haar, de tanden en de nagels.

Met de oogen kunnen zij zien, met de ooren kunnen zij hooren, met den neus kunnen zij ruiken, met de tong kunnen zij proeven. De menschen hebben gevoel, gezicht, gehoor, reuk en smaak. Dit zijn de vijf zintuigen.

Nogmaals druk ik er op, dat het bovenstaande slechts een extract is uit de lessen van den onderwijzer. Bijna elk punt zal nadere beschouwing behoeven. Bijv. het woord lichaam. De kinderen kennen dit woord niet in zijn algemeene beteekenis. De onderwijzer zou dus deze punten kunnen behandelen:

Alle dingen zijn lichamen.

Er zijn doode en levende lichamen.

Lichamen van dieren.

't Lichaam van den mensch.

Men beroepe zich steeds op reeds in den leerling aanwezige voorstellingen. Van het traankanaal sprekende vrage men: wat voelt men in den neus, als men huilt. Ook veraanschouwelijke men zooveel mogelijk de besproken feiten. Men late bijv. de verandering der pupil opmerken bij het sluiten en openen der gordijnen.

Over de tanden sprekend legt men er den nadruk op, dat het glazuur behouden moet blijven. Men vrage dus of het goed voor de tanden zou zijn:

op harde dingen te bijten,

te heet of te koud voedsel te gebruiken,

de tanden niet te reinigen.

Bij de behandeling der zintuigen wordt gesproken ook over het gemis ervan; de vervanging van het eene zintuig door het andere. (Het gevoel bij blinden). De betrekkelijke waarde der zintuigen. Welke zintuigen komen te pas bij lezen, schrijven enz.

Onderste en bovenste ledematen worden vergeleken. Om de overeenkomst nog meer in het oog te doen springen is

de heup bij de onderste ledematen gerekend. Het heiligbeen behoort tot de romp.

Is men tot hiertoe gevorderd met de mondelinge verhandeling, dan begint men over de spieren te spreken. Heeft men daarbij een poot van 't geeft niet welk dier, dan is dat beter, dan dat men een plaat toont. Heeft men alleen de plaat dan moet men zich daarmee behelpen. In het laatste geval spreekt men over den arm en vergelijke de plaat met den arm van een der leerlingen.

De meesten zullen wel weten, dat onder de huid vleesch zit. Zoo'n dikke bundel vleesch, zit met twee sterke witte draden aan het been. Dat vleesch noemen we spieren. Die spieren kunnen inkrimpen. Wat zal er dan met de beenderen gebeuren, waaraan zij bevestigd zijn? Aan den arm toone men het opzwellen van den biceps bij buiging.

Aan de andere zijde zit ook een spier. Wat is daarmede gebeurd als de arm zich buigt? Als die korter wordt, wat gebeurt er dan met den arm?

Op de spierplaat toont men nu enkele spieren en vrage daarna te wijzen bijv.

de spier, die het been strekt,

een spier, die den hals opzij buigt,

een spier, die het been buigt. De namen der spieren blijven natuurlijk achterwege.

Hangt men nu de plaat van het geraamte op, dan zullen de kinderen, als al het voorgaande goed behandeld is, zeker de voornaamste deelen weten te wijzen. Een paar namen ontbreken nog: spaakbeen, ellepijp, heiligbeen.

De verschillende wervels laat men tellen.

Daar de schriftelijke behandeling bij de mondelinge achter is, kan men de laatst genoemde kennis aanbrengen, terwijl het opstel over het menschelijk lichaam geëindigd wordt. Men is dan met beide ongeveer te gelijk gereed.

Het schriftelijk weergeven van het behandelde omtrent spieren en geraamte wordt tot den volgenden kring uitgesteld. Nu vangt men het onderwijs in de eigenlijke dierkunde aan.

TWEEDE KRING.

Het tweede leerjaar vangt men aan met een meer nauwkeurige beschouwing van het menschelijk geraamte. Men houdt zich daarbij aan de eenmaal aangenomen verdeeling van het menschelijk lichaam. De stof wordt schriftelijk gereproduceerd.

De aandacht wordt gevestigd op de gewrichten en de bewegingen, die zij toelaten. Is men in het bezit van een skelet-arm en een skelet-been, dan is men uitstekend in de gelegenheid de bewegingen van een arm of been der leerlingen te vergelijken en na te gaan of er ook zaken zijn, die een andere wijze van beweging beletten. Natuurlijk zou men op dit gebied tot zeer ingewikkelde kwesties kunnen komen, maar de onderwijzer dient dat te kiezen, wat voor de leerlingen geschikt is.

Zoo zal een vraag over de beweging van het schouderblad voor de klasse veel te moeilijk zijn.

Zeer gepast evenwel komt mij de vraag voor, ten minste als men een skelet-arm heeft, om het te toonen, waarom men den gebogen arm wel kan strekken, doch de beweging, als dit geschied is, niet verder kan voortzetten.

Zoo late men de leerlingen ook zelf uitmaken welke bewegingen de gewrichten der vingers toelaten. Men kan ook toonen hoe bijv. in schouder- en heupgewricht vrijer beweging mogelijk is, dan in elleboogs- en kniegewricht.

Een wetenschappelijke beschouwing dier bewegingen is allerminst op zijn plaats: aanschouwen en denken zij de hoofdzaak. Slechts namen, die voor de leerlingen eenige beteekenis kunnen hebben worden geleerd; bijv. kogelgewricht, scharniergewricht.

Natuurlijk wordt ook naar den dienst van het geraamte gevraagd.

Van het hoofd behoeven niet veel onderdeelen geleerd te worden: onderkaak, bovenkaak, neusbeen, jukbeenderen, de beenderen van den schedel; dat is voldoende.

Ik stel me voor, dat na een nauwgezette behandeling *zoo*

ongeveer het volgende in het schrijfboek der leerlingen zal *kunnen* geschreven zijn:

HET MENSCHELIJK GERAAMTE.

Wanneer we van ons lichaam alles, wat week is verwijderen, blijft het geraamte over.

Dat geraamte wordt verdeeld in hoofd, romp en ledematen.

Aan het hoofd onderscheidt men schedel en aangezicht.

De schedel bestaat uit verschillende aaneengegroeide platte beenderen.

Tot het aangezicht behooren: het voorhoofdsbeen, het neusbeen, de jukbeenderen, de bovenkaak en de onderkaak.

In de kaken zitten de tanden en de kiezen. Er zijn boven en beneden vier snijtanden, en aan weerszijden daarvan een hoektand en vijf kiezen.

De onderkaak kan niet alleen op en neer, maar ook links en rechts, voor en achterwaarts bewogen worden.

Aan den romp heeft men drie deelen: hals, borstkas en lende.

De hals bestaat uit zeven halswervels. Het hoofd kan op den eersten wervel voor- en achterwaarts gebogen worden [1]). Als men het links en rechts wendt, gaat de eerste wervel mee [1]).

Aan de borstkas ziet men twaalf borstwervels. Elke borstwervel draagt een paar ribben. Zeven paar zijn met kraakbeen aan borstbeen bevestigd. De drie volgende paren zitten met kraakbeen aan het kraakbeen van 't zevende paar ribben. De twee onderste paren zijn van voren los.

Het vooreind der ribben kan op en neer bewogen worden.

De lende bestaat uit vijf wervels. Op die wervels volgt het heiligbeen.

In elken wervel is een opening. Al die openingen boven elkander vormen een kokertje. Uit dit kokertje kan men door een opening in het achterhoofd in den schedel komen.

---

[1]) Dit wordt alleen besproken, als men de beweging dier twee wervels kan laten *zien*.

De bovenste ledematen worden verdeeld in schouder, arm en hand.

De schouder bestaat uit twee deelen, sleutelbeen en schouderblad.

Het sleutelbeen gaat van het schouderblad naar den top van het borstbeen.

De arm bestaat uit opperarmbeen en onderarm.

Het opperarmbeen kan in het schoudergewricht in alle richtingen bewogen worden.

De onderarm bestaat uit spaakbeen en ellepijp. Den arm kan men strekken en buigen.

De hand bestaat uit handwortel, middelhand en vingers. Is de hand met den palm naar boven gekeerd, dan liggen ellepijp en spaakbeen naast elkander; ligt de rug naar boven, dan komen die beenderen schuins over elkander.

In den handwortel tellen we acht beentjes, en in de middelhand vijf. Alleen het middelhandsbeentje van de duim kan gemakkelijk bewogen worden.

De vingers bestaan uit drie kootjes, behalve de duim. Deze heeft er twee. De vingers kan men een weinig heen en weer bewegen, maar de leden afzonderlijk niet. De duim kan tegenover de vingers geplaatst worden.

De onderste ledematen bestaan uit heup, been en voet.

Het heiligbeen is tusschen de beide heupbeenderen geklemd en vorm hiermede het bekken. Het bekken heeft den vorm van een kom.

Het been bestaat uit dijbeen en onderbeen. Het dijbeen kan in alle richtingen bewogen worden.

Het onderbeen bestaat uit scheenbeen en kuitbeen, en kan slechts achterwaarts geheven en daarna gestrekt worden. Vóór het kniegewricht heeft men de knieschijf. Het kuitbeen raakt het dijbeen niet. Kuit- en scheenbeen zijn onbeweeglijk verbonden.

Aan den voet onderscheidt men voetwortel, middelvoet en teenen. Men kan den voet heffen en strekken.

In den voetwortel telt men zeven beentjes. Het hielbeen is het grootste.

De vijf middelvoetbeentjes kan men zeer weinig bewegen.

De teenen hebben drie kootjes, alleen de groote heeft er twee. Deze kan niet tegenover de andere teenen geplaatst worden. De teenen kan men buigen en strekken.

Aan de beenderen zijn met sterke pezen de spieren bevestigd. De spieren kunnen korter gemaakt worden. Als we een spier, die aan de achterzijde van het onderbeen en aan het dijbeen bevestigd is, korter maken, buigen we het been.

Dan wordt een spier aan de voorzijde uitgerekt. Maken we deze weer korter, dan strekken we het been.

Als we de spieren vaak gebruiken, maar ze ook rust gunnen en als we ons daarbij behoorlijk voeden, worden ze sterker.

't Zij hier herhaald: dit is het extract der lessen, in figuurlijken zin het geraamte, dat de onderwijzer met vleesch heeft te bekleeden en leven in te blazen, maar dat toch den hoofdvorm aangeeft.

Zoo zal bijv. de laatste zin het resultaat zijn van een les, waarin ter sprake kwam: de armen van den smid, de beenen van den postlooper, de gymnastiek enz.

In dezen kring volgt nu de dierkunde.

DERDE KRING.

In den derden kring worden behandeld de voornaamste organen van den mensch en hun plaats in het lichaam. Hierbij vormen de organen voor spijsvertering, ademhaling en bloedsomloop de hoofdzaak. Men kan hier vooral gebruik maken van de vroeger aangegeven Anatomische Wandtafeln.

Men begint met er de aandacht op te vestigen, dat er in het menschelijk lichaam verscheidene holten zijn. Het doel is, na te gaan, wat die holten bevatten.

In het hoofd is zulk een holte en wel in den schedel.

Daarin zijn de hersenen besloten. Zoo mogelijk toone men hiervoor den kop van een schaap bijv., waarvan men vooraf het bovenste deel van den schedel voorzichtig heeft weggezaagd. Men late daarin de hersenen zien en neme ze voorzichtig er uit. Men onderscheidt de groote en de kleine hersenen.

Men wijze op de windingen aan de oppervlakte, op de verbinding der beide helften, op de witte draden, die door openingen naar alle richtingen loopen bijv. naar de oogen, op de aansluiting van hersenen en ruggemerg enz.

De kinderen zullen daarna een afbeelding der menschelijke hersenen kunnen begrijpen en zelf wel verschillen kunnen opnoemen, bijv. de groote duidelijke windingen.

Als men zegt, dat de beide helften der groote hersenen door den balk verbonden zijn en dat de witte draden zenuwen zijn, heeft men genoeg namen geleerd.

Vervolgens bespreekt men den mond. Achterin de mondholte bevindt zich de keelholte, waarin ook de neusholte uitkomt. Ook is er een kanaaltje naar het oor. Als men geeuwt bespeurt men wel eens, dat dit kanaaltje open gaat.

Naar beneden gaande vinden we twee openingen: *vóór* die van het strottenhoofd, *achter* die van den slokdarm. Zoo verder gaande worden longen en hart beschreven en daarna den spijsverteringstoestel. Ook worden nieren en blaas genoemd.

Uit den aard der zaak kan men hier minder van directe aanschouwing uitgaan. De leerlingen hebben evenwel heel wat aanknoopingspunten. Bij het gebruik der aanbevolen afbeeldingen verzuime men niet de kinderen aan hun eigen lichaam de plaats te laten aanduiden, waar de besproken organen gelegen zijn.

Ook deze wenk zij met verstand opgevolgd. Het is bijv. niet passend den leerlingen de plaats der blaas te doen wijzen, maar zeer goed kan men hen vragen, den loop van het horizontale deel van den dikken darm aan te duiden.

Voor 't overige is ook nog wel een en ander te verkrijgen tot meerdere aanschouwelijkheid bijv. een kalfshart.

Tot recht verstand van den *omvang* der leerstof volgt hier weder een voorbeeld, van hetgeen de leerling na de behandeling in hun schrijfboek opgeteekend zouden *kunnen* hebben.

DE HERSENEN.

In den schedel zijn de hersenen besloten. Zij bestaan uit groote en kleine hersenen. De helften der groote hersenen zijn door den balk verbonden. Aan de oppervlakte ziet men vele windingen. Van de hersenen loopen door kleine openingen, witte draden in alle richtingen bijv. naar de oogen.

De hersenen zijn verbonden met het ruggemerg. Ook hiervan gaan witte draden uit, door openingen tusschen de wervels. Die witte draden zijn zenuwen.

HET HART EN DE LONGEN.

Uit de keelholte komt men naar beneden in het strottenhoofd. Dit is kraakbeenig; het bevat de stemvliezen. Aan het strottenhoofd sluit de luchtpijp. Deze is gevormd uit kraakbeenige ringen, die aan de achterzijde niet aaneensluiten.

De luchtpijp vertakt zich in tweeën. Elke tak splitst zich weer en nog eens weer, totdat er eindelijk zeer fijne buisjes ontstaan. Die vertakking geschiedt in de longen.

De linkerlong bestaat uit twee, de rechter uit drie deelen.

Tusschen de beide longen in, doch meer aan de linkerzijde, vindt men het hart. Het bestaat uit twee helften en elke helft heeft een boezem met dunne en een kamer met dikke wanden. De linkerkamer heeft de dikste wanden.

In den rechterboezem monden twee buizen uit. Door een klep, die naar beneden open kan, komt men in de rechterkamer. Van hier voert een wijde buis, die zich zeer fijn vertakt, naar de longen.

In de linkerboezem loopen vier buizen uit. Door een klep komt men in de linkerkamer. Van hier loopt een stevige buis naar buiten. Eerst gaat zij naar boven, geeft verschei-

dene takken af en buigt zich dan naar beneden. In de lenden splitst zij zich in tweeën en zendt een tak naar elk been.

Die buizen en ook het hart zijn gevuld met bloed.

NIEREN EN BLAAS.

In de buikholte liggen tegen de lenden twee bruine organen, die den vorm van boonen hebben. Het zijn de nieren. Van elke nier loopt een buis naar het groote kanaal, dat van het hart komt. Naar elke nier loopt een buis, die komt van het kanaal, dat uitmondt in den rechter boezem van het hart.

Ook loopt van elke nier nog een buis naar de blaas, die onder in de buikholte ligt.

ORGANEN VOOR DE SPIJSVERTERING.

De slokdarm gaat langs de borstwervels naar beneden, gaat door het middelrif en loopt uit in een vliezigen zak: de maag. Uit de maag komt men in den dunnen darm, die in vele krónkels in de buikholte ligt. De dunne darm gaat over in den dikken darm. Deze heeft een opstijgend, een horizontaal en een nederdalend gedeelte.

Gedeeltelijk over de maag heen ligt een groot roodbruin orgaan. Het staat in verbinding met de buis, welke in den rechterboezem van het hart uit loopt en heet de lever. In het midden vindt men een blaasje met groen vocht, dat is de galblaas. Van de galblaas voert een buisje naar den dunnen darm.

Aan de linkerzijde, vastgehecht aan de maag, ligt de milt en dwars achter de maag, van de milt tot den uitgang der maag vindt men een orgaan, dat alvleeschklier heet.

Men lette op de uitdrukkingen *van* en *naar* het hart, daar dit voor 't vervolg belangrijk is.

Het woord orgaan is algemeen genoeg, om geleerd te

worden. Opzettelijk is niet van aderen en slagaderen gesproken, daar deze namen afhangen van de functie.

Na behandeling der genoemde stof, vervolge men de dierkunde.

VIERDE KRING.

Uit den aard der zaak levert de vierde kring de meeste moeilijkheden op en zoo ergens, dan dient de onderwijzer zich hier goed voor te bereiden en nauwlettend na te gaan, wat wel en wat niet voor de leerlingen duidelijk kan worden gemaakt.

De functiën toch van vele organen zijn zoo samengesteld, zoo moeilijk te begrijpen, vaak zoo twijfelachtig, dat er wel een rijpe overweging aan de bespreking van een en ander mag voorafgaan.

Vooral om de grens aan te geven, waarbinnen men zich te houden heeft zal ik ook aangeven, wat de leerlingen *na behandeling*, in hun opstelletjes *zouden kunnen* weergeven.

SPIJSVERTERING.

Om in het leven te kunnen blijven, moet men voedsel gebruiken. Dat voedsel brengt men in den mond. Daar wordt het met speeksel vermengd. Om dit zoo goed mogelijk te doen geschieden, moet men het voedsel goed fijn kauwen. Vlug eten en slecht kauwen is dus verkeerd.

Door den slokdarm komt het voedsel in de maag. De binnenwand van dit orgaan is bezet met kleine kliertjes, die een zuur vocht afscheiden. Tusschen die kliertjes zijn hier en daar fijne buisjes, die opgeloste stoffen opzuigen. Door het maagsap wordt bijv. eiwit [1]) opgelost. De maag is voortdurend in beweging. Het maagsap wordt daardoor goed met het voedsel vermengd.

---

[1]) De onderwijzer heeft medegedeeld, dat eiwit niet *juist* 't zelfde is, als wit van eieren, maar dat het ook bijv. in vleesch voorkomt.

Uit de maag gaat de spijs in den dunnen darm over. In het begin van dit orgaan vloeit er gal en sap van de alvleeschklier in het voedsel. Daardoor worden enkele stoffen uit het voedsel zoo veranderd, dat zij door de fijne buisjes, die ook in de darmen voorkomen, kunnen worden opgezogen.

Is de spijs in den dikken darm gekomen, dan is er maar zeer weinig meer in, dat ons lichaam zou kunnen gebruiken.

De darmen zijn ook voortdurend in beweging. Is die beweging te traag, dan stoort dit de spijsvertering.

De stoffen, die uit de spijs zijn opgezogen, komen eindelijk in een buis, die in de borstholte vóór de wervels ligt. Door deze buis worden de voedingsstoffen in het bloed gebracht.

Veel alcohol belemmert de spijsvertering.

Het idee der spijsvertering moet zijn: oplossing en opzuiging van voedingsstoffen. De werking van het speeksel kan getoond worden door stijfsel er mede te bevochtigen. Men vertelt de kinderen waarvan stijfsel gemaakt wordt, en dat stijfsel veel met meel overeenkomt. Ze verandert door het speeksel in een zoete stof, die opgelost kan worden. Bovendien kan hij spreken over verschijnselen, die de kinderen zelf wel eens hebben ondervonden: watertanden bijv. Ook kan wel gevraagd worden wie wel eens ondervonden heeft, dat er zuur in de maag is.

Na repititie van wat ten vorigen jare over hart en longen geleerd is, ga men over tot de bloedsomloop. Er wordt iets medegedeeld, zoo mogelijk iets getoond ten opzichte van het bloed. Men zal bijv. als er een mikroscoop is, de bloedbolletjes kunnen laten zien.

Er wordt opgewezen, dat het bloed rondstroomt in buizen, die zich zeer fijn vertakken. En zeer fijn moet die vertakking wel zijn, daar men met geen naald een wondje kan steken, of er komt bloed en er is dus een klein buisje geraakt.

Verder vestige men de aandacht op de blauwe aderen der hand, die zich vereenigen en dan dikkere stammen vormen.

Zoo komt men er toe, dat zich eindelijk het bloed uit het geheele lichaam vereenigt in twee groote buizen, die in het hart uitmonden.

Daarna kan de werking van het hart, aderen en slagaderen besproken worden.

DE BLOEDSOMLOOP.

Door twee aderen komt het bloed in den rechter boezem. Als deze zich samentrekt, wordt het in de rechterkamer geperst. Deze kan zich ook samentrekken en stuwt het door een groote slagader naar de longen. Die slagader verdeelt zich in ontelbare fijne takjes en eindelijk vereenigen zich die takjes weer tot vier aderen die het bloed in den linkerboezem voeren. Deze stuwt het in de linkerkamer, die het in de groote lichaamsslagader drijft. De laatste vertakt zich door het geheele lichaam in uiterst fijne buisjes. De fijne buisjes vereenigen zich weder tot grootere en eindelijk komt het bloed weder in het hart terug.

Wanneer wij onze spieren gebruiken ontstaan er stoffen, die verwijderd moeten worden. Andere stoffen moeten aangevoerd worden. Hiervoor zorgt het bloed. Uit het bloed worden ook de sappen bereid, die voor de spijsvertering noodig zijn. Het bloed, dat het lichaam van uit het hart doorstroomt, is dus anders, dan het bloed, dat weer terug komt. Dit heeft heel wat stoffen meegevoerd, die niet meer dienen konden. In de longen, in de nieren en in de zweetklieren worden die stoffen verwijderd.

Aan de behandeling der ademhaling late de onderwijzer voorafgaan een herhaling van het geleerde omtrent zuurstof, koolzuur, waterstof. Zoo noodig herhale men een paar proeven. Men verzuime niet te wijzen op het nut van frissche lucht, de gevaren van gas en kolendamp, het nadeelige van slechte ventilatie, voordeel van zindelijkheid op 't lichaam (zweetklieren) e. d.

DE ADEMHALING.

In de longen wordt lucht opgenomen. Als wij de lucht uitademen is er minder zuurstof in. Waterdamp en koolzuur is er in gekomen. Het bloed heeft dus zuurstof opgenomen en koolzuur en water teruggegeven.

Die zuurstof vormt met enkele stoffen, die verwijderd moeten worden, koolzuur en water.

Andere stoffen worden opgelost en door de nieren en de zweetklieren verwijderd.

Bij het bespreken der hersenen kan niet veel verklaard worden. Maar dat behoeft ook niet. Steunende op grootendeels zelf waargenomen feiten en zaken, kan de leerling ons wel volgen, mits men alle diepgaande redeneeringen op zijde zet.

Ook hier geldt: bouw meer op de feiten, dan dat gij ze wenscht te verklaren. Dit laatste geschiedt slechts als de verklaring weder en wel zoo snel mogelijk tot andere reeds bekende zaken voert.

DE HERSENEN.

De hersenen liggen besloten in den schedel. Van alle deelen van ons lichaam gaan witte draden, zenuwen, naar de hersenen, ook van de oogen, de ooren, den neus.

Als wij de zenuw, die van het oog naar de hersen loopt, doorknipten, zouden we niets zien. Ook loopen er weder zenuwen van de hersenen naar de spieren. Als zoo'n zenuw doorgesneden werd, zouden we die spier niet kunnen samen trekken, al wilden we ook.

Als we denken en leeren gebruiken wij onze hersenen.

Als er iets scheelt aan onze hersenen kunnen we wel eens suf worden, of onze spieren niet goed meer gebruiken of we weten niet meer wat we doen.

Door het gebruik van alcohol wordt een deel der hersenen

meer en meer verlamd. We kunnen dan ook niet goed meer denken, we kunnen onze spieren niet goed meer gebruiken. Alcohol is dus zeer nadeelig.

Ten slotte worden nog eenige lessen gewijd aan de menschenrassen, waarvan de fraaie platen van Wachsmuth afbeeldingen geven. Dit onderwerp moet zich aansluiten aan de bespreking der werelddeelen.

Dat het onderwerp voor de leerlingen zeer belangwekkend kan zijn, spreekt van zelf, vooral als men door de nabijheid van muzea in de gelegenheid is, iets uit het leven dier natuurgenooten te laten zien.

DIERKUNDE.

INLEIDING.

De stof voor het onderwijs in de dierkunde kan uit den aard der zaak, zoo niet uit haar geheel, dan toch voor een grooter deel bepaald aangewezen worden, dan die voor het onderricht in de plantkunde.

Een deel dan zal behandeld moeten worden, omdat de kennis te pas komt bij het overige onderwijs, vooral bij aardrijkskunde, en lezen. Vele dezer dieren zullen niet in natura vertoond kunnen worden. Men zal zich aan platen moeten houden. Evenwel zal men de leerstof *juist* kunnen vaststellen en ook kan men voor de behandeling den tijd kiezen, dien men wil. Zoo veel mogelijk zorge men, dat verwante, werkelijk aanschouwde vormen voorafgaan.

Een ander deel moet gekozen worden uit de dieren, die men op de schoolwandeling kan waarnemen, of die men in de school kan kweeken en gade slaan.

Dat deel kan slechts bij benadering worden vastgesteld en het tijdstip van behandeling hangt geheel af van den tijd van waarneming.

Ook behoeft voor een of ander dier niet opzettelijk een schoolwandeling gehouden te worden. Men kan het behandelen, als het op een wandeling is waargenomen en vaak neemt men meer dan één individu waar, zoodat één schoolwandeling een voldoende aanleiding kan zijn tot eenige lessen. Na de behandeling worde niet verzuimd op een schoolwandeling nog eens naar de besproken dieren uit te zien.

In vele gevallen kan ook den leerlingen worden opgedragen, zelf naar 't een of ander onderzoek te doen: bijv. 't aantal teenen van den hond, de pupil van de koe, enz.

Dieren, daartoe geschikt, worden in de school gebracht; sommige alleen om bezien of ontleed te worden, andere om levend gehouden te worden, ten einde hun levenswijs of gedaanteverwisseling na te gaan.

Tot de eerste zijn te rekenen: een dood konijn, een doode kip, een visch; tot de tweede: rupsen, vlinders, kikvorschen, slakken, salamanders, vogels, enz.

Eenvoudige inrichtingen zijn tot het laatste doel voldoende.

Heeft men geen aquarium, dan neemt men maar groote flesschen.

Zie hier een eenvoudige wijze, om een rupsenhuis te maken. In de hoeken eener platte houten doos worden vier linialen loodrecht vast gespijkerd en de boveneinden door vier andere linialen verbonden. Het geheel wordt bekleed met gaas of tulle. De voorzijde wordt bij voorkeur van glas vervaardigd.

De leerlingen zullen gaarne allerlei dieren meebrengen en voor het noodige voedsel zorgdragen, vooral wanneer de onderwijzer er zelf werkelijk belang in stelt.

Tot het doel der dierkunde moet ook gerekend worden het zien van verband tusschen verschillende verschijnselen.

En als er verband bestaat, moet dit liefst door de kinderen gevonden worden. De onderwijzer kan dit vergemakkelijken door de feiten zoo duidelijk en aanschouwelijk mogelijk voor te stellen, met weglating van wat met het verband niets heeft uit te staan.

Toch zij men met dit zoeken van verband voorzichtig. Zoo licht vervalt men in de fout van vroeger om voor alles per se een doel te willen vinden.

In vele gevallen is de vraag: waartoe dient dit? niet met besliste zekerheid te beantwoorden. Beter is het te vragen: heeft dit dier daarvan voor- of nadeel?

Dat het onderwijs in de dierkunde voor den onderwijzer heel wat kennis noodig maakt is duidelijk. Ook is het in verband met de eigenaardigheid der leerstof noodig, dat de onderwijzer de stof voor een *geheelen* cursus vooraf nauwkeurig nagaat, zoodat hij geen gunstige gelegenheden, om iets waartenemen, wat later behandeld moet worden, ongebruikt voorbij laat gaan.

En om het onderwijs smakelijk te maken is het vooral noodig, dat hij in uitgebreide werken een en ander over de te behandelen dieren leest.

Ten slotte zij nog eens gewezen op het groote belang van langzaam maar zeker voort te gaan en van het weergeven van het geleerde.

Daar het onderwijs in de dierkunde de kennis van het menschelijk lichaam tot grondslag heeft, is er herhaaldelijk gelegenheid tot vergelijking. De groote en onverwachte overeenkomst in vele gevallen zal in niet geringe mate de belangstelling wekken.

DE EERSTE KRING.

Het eerste onderwerp is *de hond.* Men gaat na, wat de kinderen reeds van dit dier weten.

Deze verhaalt van een grooten, die van een kleinen, gene van een nijdigen hond, enz. Zeker hebben alle kinderen wel eens een hond gezien en daarom zou een plaat kunnen volstaan om het uiterlijk te bespreken. Zeker zal men gelegenheid hebben den leerlingen een of ander ter waarneming op te dragen.

Van het lichaam van den hond worden nu verschillende deelen aangewezen.

Daarna wordt ook het geraamte van den hond bezichtigd. Wat op de plaat is gewezen, wordt aan het geraamte opgezocht.

De plaat van het menschelijk geraamte wordt vertoond en hiermede wordt het hondeskelet vergeleken.

Er wordt gelet op den vorm van het bekken, den stand van het lichaam, het gemis van een sleutelbeen, plaats van opperarm en dijbeen, enz.

Vooral ook het gebit vormt een voorwerp van nauwkeurige waarneming. Hiermede wordt het voedsel en de wijze van eten in verband gebracht.

Ten slotte komen nog ter sprake: aard, zintuigen nut, enz.

Na deze behandeling wordt op de reeds vermelde wijze een opstelletje over den hond geschreven.

Het volgende, door een kind geschreven, geve een overzicht van de stof.

De Hond.

Het lichaam van den hond kan men verdeelen in drieën: kop, romp en ledematen.

De kop is langwerpig. De schedel is veel kleiner dan die van een mensch. In den bek heeft de hond vier groote hoektanden, die ver boven de andere tanden uitsteken. Onder en boven heeft hij zes kleine snijtanden en aan weerszijden zeven kiezen. Een van die zeven kiezen draagt een groote scherpe punt. Dat is de scheurkies.

Aan de onderkaak is geen kin. Bij vele honden hangen de ooren slap naar beneden.

De hond daagt den romp waterpas. Aan den romp vindt men zeven halswervels, dertien borstwervels met dertien paar ribben, zeven lendewervels het heiligbeen en de staartwervels.

Het bekken is langwerpig.

Aan de voorste ledematen heeft de hond geen sleutelbeen.

De opperarm en de dij steken niet geheel buiten het lichaam uit. Aan de voorpooten zijn vijf, aan de achterpooten

vier teenen. Als de hond loopt, raken alleen de teenen den grond. Aan elken teen is een ronde nagel.

De hond eet alles, wat de menschen eten, maar het liefst lust hij vleesch. Zijn gebit is juist geschikt voor 't eten van vleesch.

De hond kan uitstekend ruiken. Hij is een verstandig, leerzaam en trouw dier. Daardoor kan hij den menschen vele diensten bewijzen. Op de jacht gebruikt men hem, om het wild op te sporen of te vangen. Sommige honden zoeken menschen op, die onder de sneeuw bedolven zijn geraakt. Andere zijn er op afgericht, om drenkelingen te redden. De herder gebruikt een hond om de schapen te hoeden. Er zijn ook honden, die dienen om te waken of te trekken. Ook houdt men wel honden voor pleizier.

Er zijn verschillende soorten van honden, bijv. windhonden, dashonden, herdershonden, poedels.

De Kat.

Over de kat kan men korter zijn. Reeds aanstonds zullen de kinderen begrijpen, dat er in lichaamsbouw weinig verschil zal zijn. Op de plaat, aan het opgezette, zoo mogelijk aan het levende voorwerp, wordt aangewezen, waar wervels, ribben, schouderbladen enz. te vinden zijn. Vooral vrage men naar hiel, knie en elleboog. Vervolgens wordt naar verschillen gezocht tusschen hond en kat bijv. wat betreft: den vorm van den kop, de nagels, den staart, de pupil. Daarna komen voedsel, levenswijs, aard en nut ter sprake.

Ter verduidelijking volge ook hier een kinderopstelletje.

De Kat.

Aan het lichaam van de kat ziet men ook kop, romp en ledematen.

In het donker vertoont het oog een groenachtig licht. De pupil is overdag een loodrechte spleet.

De bovenlip draagt aan weerszijden lange stijve haren.

De kat heeft kleine snijtanden, groote hoektanden en kiezen met scherpe punten. De tong is ruw. De ooren staan rechtop. Als de kat boos is, trekt zij ze in den nek.

De wervelkom van de kat is meer beweeglijk dan die van den hond.

De kat kan de nagels intrekken, zoodat ze scherp blijven.

De kat eet bijna alles, wat de menschen eten, maar het liefst lust zij vleesch en visch.

Zij kan goed zien, zelfs als wij het duister vinden.

Men houdt de kat voor plezier en ook om muizen te vangen. Hierbij toont zij veel geduld.

Er zijn tamme en wilde katten. De laatste leven in de bosschen.

Jonge katjes spelen gaarne met allerlei voorwerpen. Oude katten spelen wel eens met een muis.

De onderwijzer kan de lessen over de volgende typen, behoudens een enkele afwijking op dezelfde wijze als de vorige inrichten.

Eerst wordt nagegaan, wat de kinderen reeds van het te behandelen dier weten. Liefst moet van te voren, op een schoolwandeling bijv., de aandacht op een en ander gevestigd zijn.

Van de aanwezige voorstellingen maakt de onderwijzer gebruik om nieuwe aan te verbinden, waarna hij door gepaste vragen onderzoekt of dat verbinden gelukt is. Hij volgt daarbij een bepaald schema bijv. lichaam, voedsel, levenswijze, aard, nut of schade.

Bij de volgende typen zal dan ook kort alleen op datgene gewezen worden, waarop in onderscheiding met andere vormen vooral de aandacht gevestigd moet worden.

Het konijn.

Dit dier levert nieuws met betrekking tot den kop. Het is dan ook noodzakelijk een schedel tot zijn beschikking te hebben. Het tandstelsel wordt met het voedsel in verband gebracht. Er wordt gewezen op het gemis aan hoektanden en op de dwarse groeven en lijsten der kiezen en in verband hiermede op de voor- en achterwaartsche beweging van de onderkaak. Verder op de lengte der pooten.

Het zwijn.

Ook hiervoor dient men een schedel en een skelet-poot te

hebben met de hoefjes. Hieraan kunnen de kinderen zien, dat de vier hoefjes inderdaad aan vier teenen (met middelhandsbeentjes) zijn bevestigd.

Verder wordt gewezen op de knobbels der kiezen, den vorm en den stand der hoektanden, de wroetschijf met de neusgaten.

De koe.

Het tandstelsel en de pooten vertoonen de meest eigenaardige bijzonderheden. Onmiddellijke beschouwing dier deelen is dus gewenscht. Er wordt gewezen op den vorm van snijtanden en kiezen (overeenkomst en verschil met die van het konijn), op de heen en weergaande beweging van de onderkaak, op het gebruik der tong (schoolwandeling) op de horens.

Evenzoo komen ook vooral de voet met één middelvoets (hands)been en de twee teenen met hoeven ter sprake. Ofschoon de kinderen aan den koeiepoot vier hoefjes zien, zullen ze begrijpen, dat er toch maar van twee gesproken wordt, als zij zien, dat er maar twee teenen zijn.

Op een schoolwandeling kan het herkauwen worden waargenomen. Hebben de kinderen gezien, dat de koe gras eet, naderhand rustig gaat liggen en dan herkauwt, waarbij telkens een deel voedsel weer in den mond komt en ten tweeden male wordt gekauwd en ingeslikt, dan is van het herkauwen genoeg bekend.

Over de magen dient in geen geval gesproken.

Men vergete niet, dat in dezen kring *aanschouwen* de hoofdzaak is.

Ook het melken kan wellicht worden gezien.

Boter en kaasbereiding kan hier wel ter sprake komen, maar men weide er niet te veel over uit.

Het paard.

Van dit dier wordt vooral gebit en poot nagegaan, alsmede de beweging van den onderkaak. Verder komen manen en staart in aanmerking.

Haan en kip.

Zooveel mogelijk wordt, na beschouwing van het uiterlijk

(in de school een opgezet voorwerp) in overeenstemming met het vroeger geleerde het lichaam verdeeld.

Men toont ook het geraamte en laat de kinderen zelf de deelen opnoemen, die zij herkennen.

Daarna wordt op de voornaamste verschillen met reeds beschouwde dieren gewezen bijv. ten opzichte van:

den kop — (snavel hoornachtig, geen tanden);

het dubbele sleutelbeen } in verband met het vlie-
het groote borstbeen met kam } gen.

De vleugels worden licht als de voorste ledematen herkend met schouder-, opper- en onderarm.

De hand zal wat zonderling schijnen; détails daaromtrent acht ik onnoodig. Voor de achterste ledematen geldt 't zelfde.

Op den bijzonderen vorm van het bekken wordt de aandacht gevestigd. Natuurlijk komen verder levenswijze, voedsel, nut, enz. ter sprake. Men denke ook aan den nestbouw in verband met de jonge vogels.

De eend (pooten, bek, veeren blijven droog).

De ooievaar.

Bij dezen vogel wordt gesproken over het trekken in verband met het voedsel. Een indeeling in de klasse steltloopers komt niet te pas. De kinderen hebben nog niets in te deelen.

Daarmede is niet gezegd, dat niet over de lange bek, hals en pooten en het voordeel, dat de ooievaar er van heeft, mag gesproken worden. (Jongen en nestbouw).

De musch.

Deze levert behalve de eigenaardige manier van voortbewegen en den snavel weinig bijzonders.

Na de bespreking der vier genoemde vogels kan een vergelijking volgen dier vogels onderling en ook met de andere besproken dieren.

Bij de bespreking van de kip kan nog een les worden gewijd aan *de veeren.* 't Kan geheel een aanschouwingsles zijn. Wellicht kunnen de baardjes door een vergrootglas gezien worden. Men wachte zich voor te veel namen: schacht, vlag, baarden, dat is voldoende.

Een visch.

Den kring zou ik wenschen te besluiten met de behandeling van een visch. Gemakkelijk kan men de kinderen er een gedurende eenigen tijd doen waarnemen.

Eerst wordt weder de uiterlijke vorm nagegaan ook in verband met de stof, waarin het dier leeft. Daarbij vallen van zelf verschillen met andere dieren in 't oog. Wellicht kan men eenige deelen van het geraamte bemachtigen, zij het dan ook alleen met het doel te laten zien, dat dit groote afwijking van dat der behandelde dieren vertoont. Wervels en ribben zullen herkend worden. Een beschouwing van de beenderen van kop of ledematen is niet geschikt. Men kan wel vragen wat de ledematen zouden zijn, maar dieper daarin doordringen is niet wenschelijk.

Voorts wordt gesproken over voedsel, voortbeweging, bekleeding en kieuwen.

Het is voldoende, als de kinderen ten opzichte van de kieuwen weten en gezien hebben, dat een visch water inneemt door den bek en door de kieuwspleten laat wegstroomen. Zoo mogelijk worden de kieuwen van een grooten visch nauwkeurig beschouwd.

Na deze behandeling kan men een vergelijking en verschillende groepeeringen der besproken dieren laten volgen. Daarbij wordt nagegaan, welke levende jongen krijgen en die zoogen, welke eieren leggen en bebroeden, welke vele kleine eieren leggen (kuit). Voorts wordt op dit algemeene gewezen, dat alle harde deelen *in* het lichaam hebben.

TWEEDE LEERKRING.

In dezen kring zal men zich minder gemakkelijk aan de gegeven volgorde kunnen houden, dan in den vorigen. Dit is echter geen bezwaar: men neme de gelegenheid waar, als die het gunstigst is.

Aan het eind van den cursus kan men de behandelde dieren toch groepeeren zooals men wil.

In het voorjaar zorge de onderwijzer kikkereitjes te bemachtigen. Het best worden die op een schoolwandeling verzameld en in een flesch mede genomen. Laat men in de school de flesch rustig staan en doet men er wat kroos bij, dan zullen de eitjes zeker uitkomen.

Eenige der pas uitgekomen z.g. vischjes worden in een afzonderlijk glas met kroos en waterplantjes geplaatst. Zijn de pootjes uitgekomen, dan moet men den beestjes gelegenheid geven, uit het water te gaan. Dit kan geschieden door in het water een kunstmatig oevertje of eilandje te maken, liefst van zand met mos of andere kleine plantjes.

Men dekke de flesch zorgvuldig met fijn gaas, anders zal men de kleine kikkertjes spoedig kwijt zijn, daar ze zelfs tegen hooge, naar binnengebogen wanden opkruipen.

Ook zorgt de onderwijzer eenige koolrupsen in de school te hebben. In een schooltuintje heeft men niet veel kool noodig om koolwitjes te lokken. Daar kan dan allicht het leggen van eitjes worden waargenomen en het uitkomen ervan.

Ontbreekt een schooltuintje, dan kan men wel koolplanten kweeken in bloempot of zaaibak, teneinde de rupsen te voeden.

Terwijl men met de behandeling van andere dieren voortgaat, worden dagelijks de voorwerpen in de school waargenomen. Als de geheele gedaanteverwisseling is afgeloopen, wordt een les gewijd aan den kikvorsch of het koolwitje.

Behalve den kleinen kan men in een ander glas een grooten kikker houden o. a. om hem wormen en vliegen te zien eten.

Bij de koolrupsen zal het voorkomen, dat zij tegen den tijd van inpoppen traag en dik worden. Waarschijnlijk is dan den volgenden dag de rups omringd door kleine popjes van sluipwespen. Men breekt de rups open en toont de larfjes, die zich wellicht nog in het lichaam bevinden.

De popjes worden overgebracht in een doosje met glazen deksel en na eenigen tijd krioelt dit van kleine sluipwespen. Tot *zóólang* wachte men met het verhalen der levensgeschiedenis van de sluipwesp.

In de maand Mei behandelde men zoo mogelijk den meikever. Kan men die onmogelijk krijgen, dan neme men een anderen kever; men is dan natuurlijk niet aan de maand Mei gebonden. Een waterroofkever, een mest- of een loopkever is ook zeer geschikt. Men kan ze gemakkelijk in de school eenigen tijd houden en waarnemen, misschien ook eitjes er van krijgen. Een opgezet exemplaar van den kever in zijn verschillende gedaanten is zeer aan te bevelen.

Intusschen ga men voort met andere dieren. Men geve echter liefst geen les, alvorens ze in de werkelijkheid gezien te hebben. Slechts wanneer dit onmogelijk is behelpe men zich alleen met platen.

In het volgende is het niet de bedoeling, de *volgorde* aan te geven.

Wolf en vos.

Na een herinnering aan den hond bespreekt men den wolf en den vos. Heeft men een opgezetten vos, dan gaat deze vooraf.

Bij het gebruik vau platen verzuime men vooral niet, de afmetingen na te gaan, door vergelijking met andere voorwerpen. Men laat een kind ook wijzen hoe lang en hoe hoog een vos of wolf is en vrage naar een evengroot beest. Het antwoord: zoo groot als een hond, is natuurlijk niet voldoende.

Bij de beschrijving der levenswijze van den wolf wordt vermeld, dat hij niet in ons land leeft, maar in andere landen, waar het vaak veel kouder is dan hier en waar niet zooveel menschen wonen.

Ten slotte worden hond, wolf en vos vergeleken. Daarbij wordt ook de onderscheiding in wilde en tamme of huisdieren gemaakt.

Op dezelfde wijze wordt behandeld de groep:

(kat) — *tijger*, *leeuw*.

(konijn) — *haas*.

(koe) — *schaap* en *geit*.

(paard) — *ezel*.

Als nieuwe typen komen in dezen kring de mol en de vleermuis.

De mol.

Hierbij zal de overeenstemming tusschen levenswijs en lichaamsinrichting bijzonder in het oog vallen.

Op een schoolwandeling zijn wel molshoopen waargenomen. Men kan daarin het hol zoeken en dit misschien een eind volgen. Op latere schoolwandelingen, in den winter, wordt nagegaan of er veel molshoopen zijn. Natuurlijk wordt over het nut en de schade, die de mol doet, gesproken. (Engerling).

De vleermuis.

Ook hier is het verband tusschen lichaamsbouw en levenswijs zeer opvallend. Heeft men een schedel van beide dieren, dan kan ook de overeenkomst in den vorm der tanden worden nagegaan.

Over het voedsel sprekend, kan men vragen, wat de vleermuis 's winters zou doen; hierbij kan herinnerd worden aan de handelwijze van mol en ooievaar.

De bouw der voorste ledematen en de plaats der vlieghuid moet nauwkeurig worden nagegaan. Men wijze voorts op het verkeerde denkbeeld, dat de vleermuizen spek zouden eten. Ook drage men de kinderen op, 's avonds naar vleermuizen uit te zien.

Aan hetgeen vroeger van de kip is geleerd wordt herinnerd als inleiding van een bespreking van

Kalkoen en *pauw.*

Op dezelfde wijze spreekt men na herinnering aan de eend over:

Gans en *zwaan.*

Al deze dieren kunnen wellicht levend gezien worden.

Reiger.

Heeft men op een schoolwandeling een reiger gezien, dan kan deze besproken worden, anders spreke men er nog niet over. Bij de behandeling wordt aan den ooievaar herinnerd.

Als nieuwe type komen de duif en de zwaluw.

Duif.

Deze kan zeker worden waargenomen. Er wordt gelet op den vorm der vleugels, ook op de jongen, misschien kan men een eitje toonen. Men kan ook iets over post-

duiven zeggen. Een indeeling bij de hoenders zou geen zin hebben.

Zwaluw.

Ook deze is wel te zien. Vooral het nest is belangrijk.

Bij den lichaamsbouw wordt gelet op den vorm der vleugels, de zwakke pooten, den wijden bek, den staart.

Ook wordt het trekken besproken. Op latere schoolwandelingen wordt nagegaan of de behandelde trekvogels nog gezien worden of niet.

De kikvorsch.

Als de kikvorschkweekerij naar wensch is geslaagd, zal een behandeling van dit dier geen bezwaar opleveren.

Bij de beschouwing van het lichaam wordt o. a. gelet op de afwezigheid van ribben en nagels, de wijze van ademen, de zwemvliezen en de springpooten, de huid, het nepvlies der oogen.

De haring.

Na een herinnering aan vroeger behandelde visschen volgt een beschrijving van den *haring*.

Waarneming in de natuur is onmogelijk.

Toch dunkt me den visch belangrijk genoeg om te worden behandeld, te meer omdat hier aardrijkskunde en natuurlijke historie elkander zeer kunnen steunen. Ook over de vangst en de behandeling kan gesproken worden.

Van aardrijkskunde gesproken! Het zal misschien vreemd lijken, dat bijv. de tijger behandeld is, terwijl van Indië nog geen sprake is. Men bedenke echter, dat voor de kennis van dit dier alleen de wetenschap, dat het in warme landen in bosschen leeft, noodig is. Zij zijn gevaarlijk voor de inwoners, maar voor de rest staat hun leven met de maatschappij in geen nauw verband.

De meikever.

Het is goed, dat ieder kind een dood voorwerp in handen heeft, om alles goed te bezien.

In de eerste plaats wordt gewezen op het feit, dat de meikever van buiten overal *hard* is.

Daarna volgt de verdeeling in kop, borststuk en achterlijf.

Bij den kop wordt gewezen op de oogen, de sprieten, en de monddeelen, voorzoover die te zien zijn.

Een schets op het bord kan hier veel verduidelijken.

Bij de pooten wordt de verdeeling nagegaan.

Als men een levenden kever tusschen duim en vingers een weinig stevig vasthoudt is het aardig te zien, hoe hij het zwakke deel der pooten spaart.

Aan het achterlijf zijn de ringen en de openingen der luchtbuizen aan te wijzen.

Natuurlijk worden ook de vleugels en dekschilden beschouwd.

Eenige levende dieren worden in een doos bewaard. De kinderen kunnen ze zien eten en daarna wordt de schade besproken. Hierbij wordt ook gesproken over de schade, die de engerling veroorzaakt. (Mol.)

Het koolwitje.

Ook dit zal, als men de gegeven wenken gevolgd heeft, geen bezwaar opleveren. Een nauwkeurige beschouwing van het lichaam zal er aan toegevoegd moeten worden, waarbij gelet wordt op sprieten, oogen, tong, vleugels. Misschien kan men de schubjes hiervan door een vergrootglas laten zien.

De blauwe vleeschvlieg.

Ook deze kan gemakkelijk worden waargenomen. Men kan licht een stukje vleesch of kaas toonen met eitjes, die zeker spoedig uit zullen komen.

Ten slotte kan de onderwijzer al de behandelde dieren op een rij schrijven en door de kinderen zelve op verschillende wijzen laten groepeeren en wel in de eerste plaats naar het voorkomen der harde deelen.

DERDE KRING.

Uit den aard der zaak zullen in dezen kring de meeste der te behandelen zoogdieren niet rechtstreeks aanschouwd

kunnen worden. Als in de vorige kringen evenwel goed is waargenomen, is het thans niet zoo dringend noodig als vroeger. En 't mag m. i. dan ook geen reden zijn, dieren onbesproken te laten, die bij het overig onderwijs zeker genoemd zullen worden.

De onderwijzer brengt inmiddels van de schoolwandelIng eenige dieren mede, die in aquarium of terrarium gehouden kunnen worden; bijv. waterinsekten, een pad, salamanders, hagedissen, „stekeltjes" of andere vischjes, rupsen, kortom alles wat hij machtig kan worden en dat met eenige kans op goeden uitslag verzorgd kan worden. Zooals reeds is aangeduid, wordt onnoodig vangen tegengegaan.

Intusschen ga men verder met andere dieren.

Bruine beer en *IJsbeer.*

Na een herinnering aan de reeds behandelde roofdieren wordt ten opzichte van deze dieren vooral gelet op de dikke vacht, op de tanden en op den vorm van den voet.

Wezel, *hermelijn* en *bunsing.*

Deze groep wordt slechts dan besproken, als men genoegzame aanknoopingspunten aanwezig acht.

Bij den hermelijn komt de merkwaardige kleursverandering ter sprake. Verder zijn de eigenaardige lichaamsbouw en de vlugheid van beweging merkwaardig. Ook de schade is belangrijk genoeg om besproken te worden.

Hert en *ree.*

Deze worden besproken na herinnering aan de vroeger behandelde tweehoevigen. Er wordt gewezen op den slanken bouw van het lichaam en op den groei der (massieve) horens.

Muis, *rat* en *eekhoorn.*

Hierbij wordt bij het toonen van den schedel aan de vroeger behandelde knaagdieren herinnerd.

Egel en *spitsmuis.*

Van deze twee zou m. i. de spitsmuis achterwege kunnen blijven; of zij moest in den omtrek voorkomen en opgemerkt kunnen worden.

Bij de bespreking van het gebit kan aan den mol herinnerd worden.

Als nieuwe vormen komen aan de orde de aap en de olifant.

De aap.

De meeste kinderen zullen wel eens een gewoon javaan-aapje gezien hebben. Daar ga men dan van uit. Een schedel is zeer wenschelijk, daar hieruit vooral de groote overeenkomst met den mensch blijkt. Verder verdienen de handen de aandacht en haar dienst bij 't klimmen.

De olifant.

Dezen heb ik als *nieuw* type opgenomen. Het is niet wenschelijk, terstond het zwijn er naast te stellen.

Bij de nadere beschouwing der pooten zou ik liever vragen, welk dier ook dergelijke pooten had.

Verder is er natuurlijk aan stof geen gebrek.

Bij de reeds behandelde zwemvogels sluit zich aan

De meeuw.

Deze kan in de meeste gevallen wel waargenomen worden op de schoolwandeling. Welke soort van meeuw, doet niets ter zake. Er wordt gelet op de lange puntige vleugels en het vliegvermogen, op de wijze, waarop zij haar voedsel vangt n.l. met den bek en niet met de pooten.

De kraai.

De kraai is algemeen genoeg. Behandelt men in de plaats er van roek of kauw, dan is dit goed te keuren, als men ze waar kan nemen. In het voorjaar kan nog al eens gemakkelijk de nestbouw worden nagegaan. Ook 's winters wijze men op de bonte kraai.

De vink.

Ook deze vogel kan in het voorjaar buiten nagenoeg overal waargenomen worden. Ook is zij gemakkelijk in een kooitje te houden. De prijs is ook niet hoog.

Bij de behandeling wordt aan de musch herinnerd.

De nachtegaal.

Wie het genot heeft in een streek te wonen, waar deze vogel zingt, heeft zeker aanleiding genoeg er op de school een les aan te wijden. Maar ook waar men slechts een opgezet exemplaar kan toonen, is de behandeling gewenscht. Bij de bespreking van het voedsel wordt gewezen op den vorm van den snavel.

De spreeuw.

Ook deze vogel kan zeker overal in werkelijkheid gezien worden. Op schoolwandelingen zal men zeker herhaaldelijk gelegenheid hebben, hem op weiden en aan slootkanten ijverig naar wormen te zien zoeken.

De uil.

Het zal moeilijker vallen dezen vogel in de natuur te zien; maar om zijn bekendheid, zijn nut en zijn merkwaardigen bouw mag hij wel besproken worden.

In verband met zijn nachtelijk rooven wordt de aandacht gevestigd op de groote oogen, de zachte bevedering en de onhoorbare vlucht.

Verder komen natuurlijk de kromme bek en de scherp genagelde teenen ter sprake.

Het ei.

In dezen kring wordt een les gewijd aan het ei. De deelen worden getoond en benoemd. Ook wordt gewezen hoe het kiemvlekje steeds boven draait.

De bij.

Op de wandeling heeft men zeker gelegenheid bijen waar te nemen. Het lichaam wordt beschouwd en verdeeld. Ook verdient de angel als verdedigingswerktuig de aandacht. Verder komt natuurlijk de merkwaardige levenswijze en het nut ter sprake.

De mier.

Ook dit insekt is zeker buiten te vinden. Een nest kan dan meteen gezien worden. Men moet dan maar eens de wreedheid begaan een gedeelte te verstoren, om de gangen te laten zien en de poppen. Men wijze op den ijver, waarmede de poppen in veiligheid worden gebracht.

Men zij voorzichtig met de wonderlijke verhalen over de mieren. Zij verdienen niet alle geloof en betreffen buitendien veelal uitheemsche soorten.

De spin.

In het najaar bestaat al licht gelegenheid de kruisspin waar te nemen. Men toont den leerlingen den dienst van het web, door er een vliegje in te werpen. Ook het maken van een web is aardig om te zien.

De krekel of de sprinkhaan.

Op een schoolwandeling kan men 's zomers zeker in het gras krekels vinden. In dit geval kan dit diertje het onderwerp eener les vormen. Liever zou ik echter een grooten groenen sprinkhaan besproken zien, omdat daaraan alles, vooral de monddeelen, grooter en duidelijker is. Hij komt buiten ook overal voor en in Augustus kan men hem gansche avonden muziek hooren maken. Het is aardig met eenige kinderen jacht op zoo'n muzikant te maken. Zij zullen dan ondervinden, hoe moeilijk hij te ontdekken is. De oorzaken zijn gemakkelijk in te zien: de groene kleur, hij houdt zich stil bij onraad, hij vlucht niet schielijk, maar kruipt voorzichtig verder of laat zich vallen.

Naar aanleiding van de monddeelen kan iets worden medegedeeld over de verwoestingen in vreemde landen door de sprinkhanen aangericht. Treft men een exemplaar aan met een legboor, dan kan de dienst daarvan worden besproken.

Misschien heeft men in het terrarium een slangetje kunnen krijgen. Dan wordt ook een les gewijd aan

De slang, maar stellig aan de *pad* (herinnering aan de kikvorsch).

Naar aanleiding van de eerste kan de inrichting der gifttanden verklaard worden en meteen er op gewezen worden, dat in ons land óók een vergiftige slang voorkomt, n.l. de adder.

Een visch.

Het aquarium zal wel een visch bevatten, waarover te spreken valt. Zijn in de streek belangrijker visschen, die bovendien algemeen bekend zijn: bijv. zalm, of schelvisch, dan kan daaraan een les worden gewijd.

Evenals in den vorigen kring worden de behandelde dieren opgeschreven en gegroepeerd.

In dezen kring, moet men ook, als de inwendige organen van den mensch geleerd zijn, diezelfde organen bij een dier laten zien.

Een konijn is daarvoor geschikt.

Het best wordt dit (niet in tegenwoordigheid der kinderen) met chloroform gedood; dan wordt er niets beschadigd.

Het lichaam wordt, met de voorpooten uitgespreid, tegen het bord gehangen. Er onder zet men een emmer en tusschen bord en voorwerp spant men een doek of stevig papier.

Door middel van haakjes, waaraan touwtjes, die om spijkertjes aan den rand van 't bord worden gewonden, kan men 't lichaam openhouden. Gemakkelijk kan men dan den inhoud van borst- en buikholte laten zien. Met kleine deelen bijv. de gal (nog in de lever) ga men even de klasse rond.

VIERDE KRING.

In dezen kring worden, ook van de schoolwandeling, verschillende insekten mede gebracht, 't zij volwassen, 't zij als rups of pop.

De rupsen worden zoo veel mogelijk in het leven gehouden, de poppen trachte men te bewaren tot ze uitkomen. De volwassen insekten worden opgezet.

In het aquarium kan men de verschillende dieren trachten te houden, die men in den omtrek op de schoolwandeling aantreft. Daarbij wordt wel nagegaan, welke soorten voor andere gevaarlijk zijn; die houde men dan in flesschen apart. Van elk dier wordt door de leerlingen opgeteekend, *hoe het heet*, *waar* en *wanneer* het gevangen is, *waarop* en *waarvan* het leeft, of het vaak te zien is, en bijzonderheden die er tijdens de waarneming *in* of *buiten* de school van zijn opgemerkt. Van tijd tot tijd kan de onderwijzer 't onderwerp eener bepaalde les aan de verzameling ontleenen.

Men doe den leerlingen vooral opmerken, dat voor goed conserveeren en kweeken een bijzondere zorg noodig is en late ze die zorg deelen. Bovendien moet men er de aandacht op vestigen, dat al dat verzamelen slechts waarde heeft, als men er werkelijk de noodige zorg voor over heeft.

Tevens voere men als principe door, *dat men nimmer een beest doodt, ja zelfs nimmer vangt, zonder bepaald doel.*

Heeft men van een of andere soort er reeds een in de verzameling, of kan men de voorwerpen toch niet, 't zij levend of dood, bewaren, dan mogen zij niet gedood worden. Is er iets bijzonders aan te zien, dan zou dit het vangen rechtvaardigen, maar anders is ook dit verboden.

Wat de zoogdieren betreft zal de schoolwandeling niet veel nieuws meer opleveren. Met de vogels is dit anders. Daarvan zal men buiten nog al eens vreemdelingen aantreffen. Deze kunnen dan in de school met behulp van platen of opgezette exemplaren nog eens nader beschouwd worden.

Over de insekten is al een en ander gezegd. Natuurlijk verdient het eene insekt meer de aandacht dan het andere. De schadelijke *emelt* en de eigenaardige *doodgraver* bijv. eischen een ruimer bespreking dan de rugzwemmer, wel te verstaan indien men ze buiten *gezien* heeft.

Het is te begrijpen, dat hier geen stof is op te geven. Ik heb ook niet bedoeld, dat we moeten trachten alle mogelijke dieren uit den omtrek te leeren kennen. Het doel moet alleen zijn, de kinderen op de schoolwandeling opmerkzaam te maken op de dierenwereld en hen niet met een onverschillige oppervlakkigheid die wereld te doen beschouwen.

Dat het noodig is, dat de onderwijzer zelf een goed oog voor zulke zaken heeft en dat hij over een niet geringe kennis moet kunnen beschikken, behoeft geen betoog.

De volgende proef kan in dezen kring nuttig zijn. Een tonnetje met regenwater wordt buiten gezet. Na eenigen tijd ziet men daarin roode wezentjes van $\pm$ 2 cM. lengte met zonderlinge kronkelingen rondzwemmen. Misschien komen er ook wel z. g. „rotjes" in. Brengt men er enkele in een flesch overgedekt met fijn gaas, dan ziet men spoedig ledige hulsels aan de oppervlakte drijven en aan de wanden vindt men muggen.

Uit deze gegevens kan men den levensloop van de mug reconstrueeren.

Hier volgen de dieren, die m. i. ook moeten behandeld

worden, al zijn ze niet in hun natuurlijke omgeving waar te nemen.

Oerang-oetang.

Natuurlijk wordt deze beschouwd na herinnering aan den aap, die in den vorigen cursus is behandeld.

Roofdieren.

Met behulp der reeds behandelde vormen kan een algemeen overzicht gehouden worden, waarbij dan bijv. nog de hyena kan gevoegd worden.

Kameel en *rendier.*

Na een korte herinnering aan de bekende herkauwers komen deze aan de beurt.

Men heeft bij de bespreking van dit paar een uitstekende gelegenheid het nut van beide dieren ieder in hun eigen omgeving na te gaan. Misschien kan ook nog de buffel vermeld worden.

De gems kan ook besproken worden. Zijn evenwel reeds het vorige jaar bij de aardrijkskunde de Alpen behandeld, dan had het bij die gelegenheid moeten geschieden.

De leerlingen kunnen zelf de herkauwers in groepen verdeelen bijv. naar *de horens.*

Kortelijk kan iets van de maag der herkauwers worden vermeld.

De zeehond.

Deze vindt als nieuw type een plaats, evenals

De walvisch.

Bijzonder wordt de aandacht gevestigd op de eigenaardig gebouwde ledematen. Een vergelijking kan zeer geschikt volgen. Uitstekend valt daarbij in het oog hoe bij zoo verschillende individuen toch de lichaamsvorm verband houdt met levenswijs en omgeving.

Zwemvogels.

Als men een overzicht houdt van de besproken exemplaren, behoeft men er niet meer bij te voegen.

Arend, gier, (sperwer).

Deze worden besproken na herinnering aan den uil. De

laatste blijft achterwege, als hij in den omtrek niet eens kan worden gezien.

Natuurlijk wordt vooral de aandacht gevestigd op den bouw van snavel, pooten, vleugels, en op de zintuigen in verband met de levenswijs.

Raaf, (*ekster*).

Als de laatste op de schoolwandeling wordt aangetroffen, bespeekt men ze met de raaf, na herinnering aan de vroeger besproken kraai.

Als nieuwe vormen vinden een plaats:

Struis,

De koekkoek en

De specht.

De eerste levert zeker stof genoeg. (Veeren, woonplaats, jacht, kan niet vliegen). De tweede zal op een wandeling buiten wel eens gehoord kunnen worden. De laatste is in de lage landen zeer zeldzaam, en zou daar dan ook misschien achterwege kunnen blijven.

Ik acht het onnoodig de koekoek een klimvogel te noemen. Wel kan men opmerken, dat hij net zulke pooten heeft als de specht.

Voor 't overige levert de koekoek om zijn nut (voedsel) en eigenaardige gewoonte stof genoeg.

Omtrent welke vogels verder nog iets geleerd wordt hangt van de schoolwandeling af.

Men doe in het algemeen het verband zien tusschen den vorm van den snavel en het voedsel.

Gaat men na, welke vogels op verschillende tijden van het jaar gezien worden, dan heeft men gelegenheid op te merken, hoe sommige niet trekken, maar in groepen rondzwerven, etende wat de natuur oplevert: 's zomers insekten, 's winters ook zaden.

Ook kan het eten van zaden en vruchten in verband gebracht worden met de verspreiding van planten. Een vlier, lijsterbes of elfrank, die men vaak op andere boomen vindt, kan hiervoor geschikte aanleiding geven.

Van de kruipende dieren komt de slang (als die niet in den vorigen cursus is behandeld) ter sprake met

Den schildpad.

Als voorbeeld van een vergiftige slang wordt vooral ook de adder genoemd.

Van de visschen kan behalve degenen, die in de omgeving voorkomen, behandeld worden:

De zalm en

De haai.

Met het oog op wat van de insekten gezegd is, kan van deze dieren slechts als bepaald te behandelen aangegeven worden:

De zijdevlinder.

Een woord ter toelichting is hierbij overbodig.

Van de lagere dieren komen in aanmerking

De oester en *de mossel.*

Naar aanleiding van de laatste kan over de parelmossel worden gesproken.

In het aquarium is de gewone *slijkmossel* wel te houden. Het is niet wenschelijk omtrent den lichaamsbouw in *détails* af te dalen. Een aanwijzing van de kieuwen, van de spieren die de schelp sluiten is voldoende. Wel kan worden opgemerkt, wat men hier *niet* vindt, bijv. geen afzonderlijken kop.

De bloedzuiger. Deze wordt alleen behandeld, als men er een machtig kan machtig worden.

Ten slotte is het van belang, dat de leerlingen iets te weten komen omtrent

De lintworm.

De trichinen.

De bacteriën.

Bij den eerste heeft men gelegenheid te wijzen op het gevaar van bijv. al te intiemen omgang met honden, drinken van onzuiver water.

Bij het tweede onderwerp op het gevaar, verbonden aan het eten van rauw vleesch (ham).

Het derde onderwerp mag natuurlijk niet wetenschappelijk

worden besproken. Men heeft eenvoudig mede te deelen, dat vele ziekten ontstaan door kleine wezentjes. Verder trachtte men een denkbeeld van hun grootte te geven, van hun verspreiding, en van hun bestrijding, om ten slotte te wijzen op het groote belang van zindelijkheid op lichaam, voedsel, drank, en vooral van zuivere lucht.

In den vorigen kring is geleerd, hoe en waar verschillende organen van een zoogdier gelegen zijn. Het zelfde kan nu met een vogel, bijv. *een kip*, gedaan worden. Vooral wordt daarbij gelet op de twee magen en den dienst ervan en op den eigenaardigen vorm en plaatsing der longen.

Ten slotte wijde men één of meer lessen aan het vergelijken en groepeeren der behandelde dieren, waarbij natuurlijk ook de vroeger behandelde in aanmerking komen.

PLANTKUNDE.

Alvorens meer in het bijzonder op de leerstof te wijzen, is het noodig, nog eens de aandacht te vestigen op de hulpmiddelen.

Voor het onderwijs in de plantkunde dan zijn noodig:

1. een schooltuintje.
2. zaaibakken, bloempotten, trekglazen.
3. schoolwandelingen.

Ik hoop, dat er weinig scholen zijn, waar een tuintje totaal onmogelijk is. Toch kan ook daar, indien men gebruik maakt van het genoemde onder 2 en 3, nog heel wat plantkundige kennis worden aangebracht.

DE SCHOOLTUIN.

De schooltuin is een gewichtige factor voor het onderwijs in de plantkunde. Groot behoeft het hoekje niet zijn, dat men er voor bestemt.

Een oppervlakte van ± 50 M² (7 × 7), (5 × 10), is al zeer voldoende en met minder kan nog heel wat gedaan worden.

De tuin wordt verdeeld in *vier* afdeelingen

a. één voor landbouwgewassen op zandgrond.

b. één voor landbouwgewassen op kleigrond.

c. één voor tuinbouwgewassen.

d. één voor siergewassen.

De verhouding in grootte dezer vier deelen hangt af van de streek, waar de school staat.

In de kleistreken behoeft afd. *b.* niet veel ruimte te beslaan. Als de kinderen dagelijks korenvelden voorbij moeten om naar school te gaan, als zij daar zien ploegen, eggen, zaaien, het graan zien opkomen, het zien wieden, maaien, oogsten en de onderwijzer vestigt bij gelegenheid van een schoolwandeling de aandacht op die zaken, wat moet hij dan in een' schooltuintje nog met koren doen?

Iets dergelijks heeft men in de zandstreken. In de veenstreken daarentegen, waar men meest weiland vindt, zal voor beiderlei produkten een plaats moeten worden ingeruimd. Het hoekje zandgrond zal echter niet zoo groot genomen behoeven te worden, omdat er op zandgrond niet zooveel gewassen voorkomen.

Voor siergewassen kan men in de eerste plaats die plekjes bestemmen, welke voor andere planten te weinig licht of zon hebben. Voor de leerlingen uit de groote steden is hier ook het voordeel aan verbonden, dat zij van zoogenaamde verloren hoekjes partij leeren trekken.

Voor de minder zonnige plaatsen komen bijv. in aanmerking: boschanemone, lievevrouwebedstroo, lelietje der dalen, dicentra, riekend viooltje.

Voor heesters of vruchtboomen zal meestal wel geen plaats zijn, of 't zouden leiboompjes moeten zijn. Heeft men een gunstig gelegen muur, dan zou men wel een kleine wingerd kunnen planten. Tegen een schutting heeft men allicht ruimte voor klimop of wilde wingerd.

Door touwtjes of latjes worden de afdeelingen voor land-

en tuinbouw verdeeld in hoekjes van minstens $^1/_4$ M^2. Enkele gewassen hebben aan zoo'n plekje wel niet genoeg bijv. hennep, kool, maar voor de meeste is het voldoende.

Hoogopschietende planten, hennep bijv., worden zóó geplaatst, dat zij andere geen licht of ruimte benemen.

Is men aan 't zaaien, dan zitten in de meeste gevallen de musschen op het dak elkander reeds toe te roepen, dat er zoo straks wat voor hen te smullen zal zijn.

Men neme dus de noodige voorzorgen en dekke het gezaaide hoekje met een stuk musschengaas. Veel van die stukken heeft men niet noodig, omdat men toch niet alles tegelijk zaait. Als de spruitjes eenmaal flink boven de aarde komen, kan het gaas worden weggenomen.

In elk vakje steekt men een plantje, waarop de naam van het gezaaide en ook de datum van het zaaien vermeld staat. De leerlingen houden hiervan aanteekening. Zij nemen verder alle belangrijke veranderingen in hun boekje op.

Voor de sierplanten is het minder bepaald noodig bedden aan te leggen. Een paar planten van enkele soorten is meestal voldoende.

Een hoekje zandgrond aan te leggen zal meestal niet bezwaarlijk zijn. Men vatte dit ook niet zoo op, dat zandgrond uit zuiver zand moet zijn samengesteld.

En in geen geval houde men bemesting voor totaal overbodig.

Een hoekje kleigrond is soms moeilijker te verkrijgen, maar men doe wat men kan. Ook hier is zuiver klei geen vereischte. Is de grond bepaald te licht, dan kan men het toch door mest wel zoover brengen, dat de producten van den kleigrond er op groeien.

De bemesting is een moeilijk onderwerp.

Een eenigszins grondige behandeling op de lagere school is in het algemeen niet mogelijk. Men bepale zich dus tot enkele feiten. Vooral verzuime men niet, partij te trekken van de meststoffen, die de school zelve kan opleveren: roet, turfmolm, asch, de plantendeelen van het vorige jaar.

Ook gebruike men nu en dan wat kunstmest bijv. kaïniet, en late door het al of niet bemesten daarmede den invloed er van zien.

In de hoogste klasse, als reeds een en ander van oplossing geleerd is, kan iets gezegd worden over het verschillend gebruik van kunstmest en natuurlijke mest.

Te platten lande vooral is het noodig, dat de onderwijzer wijst op de enorme mestverspilling, die bij schier iederen boer te betreuren valt. De gier toch laat men algemeen wegvloeien. De mestvaalten liggen hoog en alle vocht sijpelt er langzaam uit.

Ter gelegener tijd wordt door, in ieder geval in 't bijzijn van de leerlingen, de grond bewerkt en bemest. Vooral doe men ook den invloed zien, welke de vorst op den grond heeft. Voor zoover de leerlingen het kunnen begrijpen, wordt van verschillende bewerkingen het doel aangegeven, bijv. waarom de grond los moet zijn, waarom de aarde niet te droog, maar ook niet te vochtig mag zijn, waarom men wiedt, dunt, uitplant enz.

Verder wordt in het oog gehouden, dat de schooltuin moet dienen voor vier klassen. De eerste klas zal, zooals later wordt aangegeven, er het minste in te verrichten hebben.

ZAAIBAKKEN, GLAZEN ENZ.

Heeft men geen schooltuintje, dan moet men zooveel mogelijk van zaaibakken gebruik maken. Dat men zich daarbij zal moeten beperken is duidelijk. Maar ook, als er wel een tuintje is, komen zaaibakken uitstekend te pas.

Men kan er 's winters bollen in zetten en 's zomers kan er in gezaaid en gestekt worden, als men den groei van een of ander gewas zoo nauwkeurig mogelijk wil gade slaan.

Enkele glazen komen ons 's winters te stade om hyacinten op te laten ontwikkelen, waarbij dan heel goed de groei der wortels, der bladeren en der bloemen kan worden gevolgd.

Bloempotten worden gebezigd voor kamerplanten of voor wilde gewassen, die de leerlingen bijzonder mooi vinden of

die men eens nauwkeurig in haar ontwikkeling volgen wil. (Bijv. het ontstaan der lampjes aan de paardebloemen).

EERSTE LEERKRING.

De eerste klas, die onderwijs in plantkunde krijgt, ontvangt dit geheel naar aanleiding van schoolwandelingen.

Die klas is te beschouwen als nog tamelijk vreemd in de natuur, en voordat men den leerlingen laat opmerken hoe de mensch ingrijpt in de natuur tot zijn voordeel of genoegen, is het noodig, dat zij tot de natuur zelve gevoerd worden, tot de vrije natuur, voorzoover daarvan dan sprake kan zijn.

De eerste wandeling wordt het best in het voorjaar gehouden, als de boomen prijken met hun eerste groen en de meeste vogels weer teruggekeerd zijn. Dan is de natuur het schoonst en zal, na den doodschen, treurigen winter, een diepen indruk op het kind maken.

De onderwijzer vestigt telkens de aandacht op vogels, bloemen, boomen, insekten, op al wat maar mee kan werken tot het besef van de schoonheid, de rijkdom der natuur.

Daarna wordt één boom uitgekozen voor een beschouwing meer in het bijzonder. Die wordt in zijn geheel bezien. Daarna worden de deelen onderscheiden: stam, takken, twijgen, bladeren, wortels.

Ten slotte neemt men voor elk kind der klasse een blad mede, met het doel, dat in de school nauwkeurig te bezien.

Er wordt *niet* door den onderwijzer over het blad verteld: hij leidt de waarneming. De meest kenmerkende deelen worden benoemd.

Ter verduidelijking van hetgeen met de namen bedoeld wordt, kan een schetsteekening op het bord van nut zijn, dan worden meteen hoofd en bijzaken gescheiden.

De volgende punten worden behandeld. De noodige namen worden geleerd.

Verdeeling: schijf — steel.
boven — onderzijde (verschil, ook in kleur)
rand (niet te veel termen, omschrijvingen als: „met kleine puntjes", „als een zaagje", glad, enz. zijn voldoende).
nerven — hoofdnerf — zijnerven.

Na de behandeling worden één of twee mooie exemplaren gedroogd, op papier bevestigd en aan den wand gehangen, met den naam er onder.

Op de volgende wandeling ga men evenzoo te werk en brenge weer andere bladeren mede. Tevens wordt geen gelegenheid verzuimd op de eenmaal bekende individuen nog weer eens een blik te slaan.

Gaat men zoo te werk, dan heeft men volstrekt telkens geene groote reizen te maken. Aan een klein terrein heeft men voorloopig genoeg.

Tot vorming van een betrekkelijk ruim begrip is het noodig verschillende soorten van bladeren te behandelen, niet alleen van boomen en heesters, maar ook van kruiden.

Daarbij houde men zich niet te angstvallig aan plantkundige termen. Men kan bijv. spreken van bladeren met twee of drie schijven, bladeren zonder steel, bladeren met drie hoofdnerven, bladeren zonder zijnerven, enz.

Ten slotte worden de verschillende bladeren vergeleken, wat met behulp der aanwezige gedroogde voorwerpen niet bezwaarlijk kan zijn. Daarna kan een opstelletje worden gemaakt onder den titel: Bladeren.

Het is natuurlijk niet doenlijk hier aan te geven, welke bladeren behandeld moeten worden. De onderwijzer doe een keus uit hetgeen op de wandeling wordt gezien. Hij zal aanvangen met de eenvoudigste vormen, waaraan de verschillende deelen zoo duidelijk mogelijk zijn waar te nemen.

De schoolwandeling en ook de schooltuin zal wel gelegenheid bieden iets mede te deelen omtrent *stengel*, *stam*, *takken*.

Heeft men in den schooltuin staakboonen en klimop, dan wijze men voor op de bijzondere stengels van deze planten.

Op dezelfde wijs als met de bladeren, kunnen de leerlingen

kennis maken met eenige bloemen. Natuurlijk kan men 't best aanvangen met een volkomen, regelmatige bloem, waarvan alle deelen gemakkelijk te onderscheiden zijn.

In verband met de algemeene verspreiding kan hier de boterbloem wel als voorbeeld genoemd worden.

Bij de bloemen komt in aanmerking:

a. kelk
b. bloemkroon } bloemdek.
c. meeldraden: helmdraad, helmknop, stuifmeel.
d. stamper: stempel, stijl, vruchtbeginsel met eitjes.

Geen zaken worden genoemd, die niet inderdaad gezien worden.

In een flinke klasse kan men tot slot een samengestelde bloem toonen. De ontdekking, dat men met een verzameling bloempjes te doen heeft, moet van de klasse komen.

Het zoeken van kelk, bloemkroon, meeldraden en stamper levert hier een aardig probleem.

Bij de behandeling der bloemen onderscheide men, als het te pas komt: lipbloemen, vlinderbloemen en samengestelde bloemen.

Na een herhaling kan een opstel over „De Bloem" gemaakt worden.

Eindelijk kan ook een en ander omtrent de wortels worden medegedeeld. Men onderscheide planten met een hoofdwortel en planten met bijwortels. Hierbij kan tegelijkertijd gewezen worden op de nervatuur der bladeren.

De pas verworven kennis wordt steeds toegepast op de reeds vroeger behandelde voorwerpen.

Zijn bijv. eenige bloemen behandeld, dan wordt nagegaan, of de planten, waarvan de bladeren bezichtigd zijn ook al bloemen vertoonen. Planten, waaraan men ze niet heeft opgemerkt worden onthouden en in de volgende lente beschouwd. Dit zal bijv. noodig zijn bij den iep, den wilg.

Ook wordt telkens onderzocht, of de leerlingen de behandelde planten nu kennen, of zij ze op andere plaatsen terstond weten aan te wijzen. Daarom vrage de onderwijzer tijdens de wandeling, als bijv. een iep reeds bekend is,

Hoe heet deze boom? Hoe weet ge dat?

Wie ziet nog een iep? enz.

De kinderen hebben in den eersten kring reeds heel wat planten kunnen zien. Nu gaan zij kennis maken met de eenvoudigste wijzen, waarop de mensch plant en zaait tot zijn onderhoud of zijn genoegen.

Hebben de leerlingen in den eersten kring nu en dan het schooltuintje eens rondgekeken, thans moeten zij daarin zelve de hand aan het werk slaan.

In het voorjaar wordt de grond omgespit en bemest. De verschillende afdeelingen worden aangewezen.

Ter gelegener tijd wordt gezaaid of gelegd, op de klei: *tarwe*, *vlas*, *erwten*, *paardeboonen* en *aardappelen*.

Op het zand komt: *rogge*, *boekweit* en eenige *heideplantjes*.

In den moestuin worden *uien* geplant. Deze kunnen 't zelfde jaar bloemen en zaad dragen. Verder: *wat staakboonen*, *radijs*, *wortelen*.

Vóór het in den grond brengen worden de zaden of vruchten goed bezien. Men bewaart een overschotje van elke soort zaden in een fleschje met étiquet; dan kan men ze, als 't noodig is, nog eens toonen. Een boon wordt nog meer in het bijzonder beschouwd.

't Is aan te bevelen het benoodigde aantal eenigen tijd van te voren in 't water te laten weeken. De kinderen kunnen er ook een in de sponsedoos doen om de ontwikkeling te zien.

Een nauwkeurige beschouwing wordt ook aan den aardappel gewijd. Er wordt er een gelegd, waaruit de oogen zijn verwijderd, ook legt men een stuk schil met een enkel oog.

Naderhand wordt nagegaan, of het ook verschil maakt, of men een heelen aardappel of een stukje in den grond legt.

Bij het zaaien worden de zaadkorrels zoo diep gelegd, als hun grootste afmeting bedraagt. Vooral zaaie men niet te dicht. Wel kan men er van te voren op rekenen, dat men plantjes noodig zal hebben om te beschouwen.

Gaat men nu geregeld de verschijnselen, welke zich in den schooltuin voordoen, na, dan heeft men reeds heel wat stof.

Vooral drage men zorg, dat de leerling meer heeft te doen dan eenvoudig toezien, dat hij door aanteekening houden, kleine verslagen uitbrengen e. d. voortdurend genoodzaakt is, de gekweekte gewassen telkens te beschouwen.

Er wordt gelet op verwijdering van overtollig vocht. Als het noodig is, wordt er begoten en men laat wel opmerken, dat dit niet bijv. bij felle zonneschijn geschiedt.

In het siertuintje trachte de onderwijzer een lelie, sleutelbloemen en een zonnebloem te kweeken. Natuurlijk kan hij er ook andere planten zetten, doch men wachte zich voor te veel.

Vooal wordt ook nagegaan, welke insekten de planten bezoeken en wat het gevolg daarvan is. Zijn er rupsen, dan worden die gekweekt om te beproeven te weten te komen, van welke soort insekten zij afkomstig zijn.

Hoeveel er echter ook in het schooltuintje te leeren valt, de onderwijzer trachte, liefst in den oogsttijd eens een uitstapje te doen naar een streek, waar de gekweekte gewassen werkelijk als landbouwgewassen voorkomen.

Hoewel niet zoo vaak als in den eersten kring, wordt ook thans nu en dan de vrije natuur opgezocht.

In het vroege voorjaar wordt acht geslagen op de boomen, die de leerlingen in een vorig jaar hebben leeren kennen, vooral op die, waaraan nog geen bloemen gezien zijn. In vele gevallen zullen die thans ontdekt worden.

Tevens geeft het vroege voorjaar gelegenheid, over knoppen te spreken. Een knop van een kastanje is zeer geschikt. De leerlingen zullen uit zich zelve den dienst der schubben wel begrijpen. Ook kan worden getoond, hoe enkele knoppen den stengel verlengen, andere alleen bloemen of bladeren voortbrengen. Vanzelve komt men nu tot het stekken.

Als stek neemt men een takje zonder bladerən. Het wordt juist onder een knop afgesneden en daarna schuin in den grond gezet, met een paar knoppen er boven uit.

Men vraagt, wat de kinderen denken van een stekje zonder knoppen.

Het is wenschelijk een vrij groot aantal stekjes te steken;

dan kan men er nu en dan eens een uitnemen om de ontwikkeling der wortels na te gaan.

Van de geraniums en fuchsia's, die men heel gemakkelijk in de school kan kweeken, kan men kleine bebladerde stekjes nemen. Deze zet men onder een glas om het uitdrogen te voorkomen; voor te veel vocht moet men evenwel ook oppassen, anders beginnen de stekjes te rotten.

In den schooltuin en buiten trouwens ook, heeft men goed gelegenheid te zien, hoe een bloem langzaam verwelkt, welk deel er overblijft en wat dit wordt.

Bij de boonen is dit goed te zien.

Er wordt opgewezen, dat een vrucht ontstaat uit het vruchtbeginsel, dat er soms nog andere dingen bijkomen, de kelk bijv. en dat in de vrucht zich zaad bevindt.

Van enkele vruchten worden de zaden bewaard om naderhand in den grond gelegd te worden bijv. van appels, peren.

Later gaat men na, welke der bekende planten vruchten voortbrengen, welke niet.

In het najaar kan men een plant met een wortelstok toonen. De sleutelbloem is hiertoe zeer geschikt. De plant is reeds geheel afgestorven, maar in den grond vindt men wortelstokken met knoppen. Door verdeeling worden meerdere planten verkregen.

Gedurende den winter worden op glazen en in bakken *hyacinten*, *crocussen*, *tulpen* en *sneeuwklokjes* gehouden. Dan heeft men gelegenheid den bol van naderbij te beschouwen en zijn ontwikkeling na te gaan.

Bij de lelie in den schooltuin kan men gemakkelijk aantoonen, hoe er nieuwe bollen ontstaan. Door deze afzonderlijk te planten kan men weer nieuwe planten verkrijgen.

Naar aanleiding van den aardappel kan men de vermenigvuldiging door knollen bespreken. Vooral toone men bij het het delven der nieuwe aardappelen, de oude, uitgezogen knol.

Ook verzuime men niet op de vruchten van den aardappel te wijzen en een proef te nemen, met het zaad.

Ten slotte worden de verschillende wijzen van vermenigvuldiging nagegaan.

VAN DEN BERG, *Handleiding Kennis der Natuur*

Deze geschiedt door:

1. zaad.
2. stekken.
3. wortelstokken.
4. bollen.
5. knollen.

Men kan daarna nagaan op welke wijze de planten, die men heeft leeren kennen vermenigvuldigd worden of zouden kunnen worden.

Als de vlasstengels genoeg ontwikkeld zijn om geplukt te worden, legge men ze eenigen tijd in een bak met water, tot de vezels loslaten.

Daarna gedroogd, worden de stengels bros. Men kan dan gemakkelijk laten zien, hoe deze te breken en aan stukjes te verwijderen zijn, terwijl de vezels overblijven. Naar aanleiding hiervan kan iets over vlasbewerking worden medegedeeld. Ook zullen de korenhalmen aanleiding geven tot het bespreken van het dorschen, enz.

Het is niet de bedoeling alle bewerkingen tot in bijzonderheden na te gaan, vooral als het meerendeel op woorden en platen moet steunen.

In het najaar wordt voorts wat winterkoren en ook koolzaad gezaaid.

DERDE LEERKRING.

In den derden kring worden wat meer landbouwgewassen gezaaid bijv.:

hennep, suikerbieten, gerst, klaver, haver, tabak, lupine, elk op den grond, waarop zij thuisbehooren.

Er wordt bij het zaaien rekening gehouden met de grootte van de plant, die zich zal ontwikkelen; ook moet er op gelet worden dat in een vakje, waar tarwe gestaan heeft, nu weer iets anders komt bijv. boonen.

In den moestuin worden op den geschikten tijd groenten gezaaid, bijv. kool, salade, wortelen.

Kool en kropsalade moeten worden uitgeplant. Wortelen moeten gedund worden evenals knollen.

Er wordt acht op geslagen, of de groenten, die in den schooltuin gekweekt worden, langs de straat reeds verkocht worden.

Van tijd tot tijd sla men ook een oog op de veldjes, waar de leerlingen uit den tweeden kring gezaaid hebben. Dit is voor de kinderen van den derden kring een uitmuntende herhaling.

In het hoekje voor sierplanten bestemd, plante of zaaie men eenige niet te veel zorgvereischende bloemen, welke, is vrij onverschillig.

Met dat al wordt de natuur niet vergeten. Op elke schoolwandeling is gelegenheid, reeds bekende planten nog weer eens op te zoeken en te beschouwen. Tevens kan men zeker wel nieuwe kennissen opdoen, al is het nu niet bepaald noodig, aan elke nieuwe plant een geheele les te wijden.

Enkele vragen betreffende inrichting der bloem, vorm der bladeren e. d. mogen daarbij volstaan.

Als het voorwerp er zich toe leent, vrage men op welke reeds bekende bloem de nieuwe bloem lijkt.

Wat de beschouwing der granen aangaat, ik zou er niet te veel gewicht aan hechten, dat de leerlingen in alle onderdeelen de samenstelling der bloemen of bloempakjes weten. Als zij aan een bloeiende aar de meeldraden herkennen en een stampertje kunnen opzoeken is het m. i. zeer voldoende.

In den bloeitijd der grassen zal langs dijken en wegen en vooral in weiden wel op te merken zijn, dat er vele soorten van grassen zijn.

De verschillende bloeiwijzen geven in het algemeen het beste onderscheidingsmiddel.

Enkele gemakkelijk te onderscheiden soorten kunnen gevoeglijk geleerd worden. Tevens kan daarbij iets gezegd worden van de meerdere of mindere waarde van het gras.

Heel nauwkeurige onderscheiding komt echter op de lagere school minder te pas.

Raygras en kropaar bijv. kunnen gemakkelijk onderscheiden

worden, maar de verschillende raygrassen te kennen is moeilijker; bovendien komt mij dat voor de lagere school geheel overbodig voor.

Hebben de leerlingen in de physica kennis gemaakt met capillaire en osmotische verschijnselen, en met oplossingen, dan kan naar aanleiding daarvan gesproken worden over de functie der wortels en over de beweging der sappen.

VIERDE LEERKRING.

In dezen kring wordt telkens een oog geslagen op de kweekplanten der andere kringen.

Bovendien worden eenige veldjes gebruikt tot het kweeken van zeldzamer landbouwgewasen bijv. meekrap, chicorei e. d. (zie de lijst, bladz. 87.)

Ook worden in den moestuin eenige nog niet bekende gewassen geteeld.

Een wenk voor het siertuintje mag thans overbodig heeten.

Daar in de physica al heel wat geleerd is, kan nu iets naders besproken worden omtrent de functie der bladeren. Men bepale zich tot het feit: opnemen van koolzuur, terug geven van zuurstof, behouden van koolstof.

Verder komt in aanmerking: iets over bevruchting.

Hiertoe neemt men drie potten met planten, die gewoonlijk veel zaad leveren, muurbloemen bijv,

Van twee planten worden terstond na het opengaan der bloemknoppen de meeldraden verwijderd.

Deze planten worden bedekt door kapjes van fijn gaas.

Van één der planten zal geen bloem vruchten voortbrengen.

Van de bloemen der derde plant neemt men nu en dan met een droog penseeltje wat stuifmeel, licht het kapje der andere plant op en brengt het stuifmeel op een stempel. Deze moet op dat oogenblik wat kleverig zijn. In ieder geval, men late het niet bij een enkele poging, maar herhale die enkele keeren, liefst op heldere dagen tegen den middag.

Zeker zal men ook eenige der zoodanig behandelde bloemen zaad zien voortbrengen.

Na waarneming dezer feiten zal men gevoeglijk een les aan de bevruchting kunnen wijden, waarbij ook op de rol der insekten gelet wordt.

Naar aanleiding van vorm en aantal van vruchten of zaden kan ook de verspreiding der planten besproken worden.

Natuurlijk wordt daarbij het aandeel van den wind en de vogels niet vergeten.

Op de schoolwandeling zal men in dezen kring zeker gelegenheid hebben eenige planten leeren kennen, die in vorm of bestaan van de reeds bekende afwijken bijv.:

naaldboomen

varens

mossen.

Bij de eerste wordt de aandacht gevestigd op de eigenaardige gevormde bladeren, op de oorzaak van het steeds groen zijn en op de kegels, met de gevleugelde zaden.

Bij de varens wijze men op de sporenhoopjes aan de onderzijde der veeren, als vind ik het onnoodig tot in détails de functie daarvan te bespreken.

Eindelijk is het in deze klas noodig, dat de leerlingen iets leeren omtrent bekende uitheemsche gewassen. Houdt men zich aan die, welke de platen van Leuteman en Schmidt te zien geven, dan heeft men vrijwel de voornaamste.

Alleen moet er dan iets bijgevoegd worden omtrent

1. rijst en
2. palmen (kokos, dadel, sago).

Een kokosnoot is wel te verkrijgen. Dan kan men ook de sterke vezels toonen. Natuurlijk komt ook het veelzijdig nut en de verspreiding der kokospalmen ter sprake.

OVERZICHT DIERKUNDE.

1e KRING.	2e KRING.	3e KRING.	4e KRING.
De hond.	wolf en vos.	bruine beer en ijsbeer.	roofdieren met
De kat.	tijger en leeuw.	(wezel, hermelijn, bunsing).	hyena.
Het konijn.	haas.	muis rat en eekhoorn.	
Het zwijn.	schaap en geit.	hert en ree (gems).	kameel en rendier.
De koe.	ezel.		orang-oetang.
Het paard.	mol en vleermuis.	egel en (spitsmuis)	zeehond.
		aap.	walvisch.
		olifant.	
Haan en kip.	kalkoen en pauw.		
De eend.	gans en zwaan.	meeuw.	zwemvogels.
De ooievaar.	(reiger)?	kraai.	raaf (ekster).
De musch.	duif.	vink, nachtegaal.	koekoek.
	zwaluw.	spreeuw.	specht.
		uil.	arend, gier, (sperwer).
			struisvogel.
Een of twee visschen.	visschen o. a.	visschen o. a.	visschen o. a.
	de haring.	zalm.	de haai.
	kikvorsch.	pad.	de slang.
		(slang)?	de schildpad.
	meikever	bij.	
	koolwitje.	mier.	insekten o. a.
	vleeschvlieg,	spin.	zijdevlinder.
		krekel of sprinkhaan.	—
			oester en mossel.
			bloedzuiger.
			lintworm.
			trichinen.
			bacteriën.

OVERZICHT DER TUINBOUWGEWASSEN, MET DEN TIJD VAN ZAAIEN.

Spinazie	Maart—April.
Tuinboonen	» »
Snijsalade	» »
Raapstelen	» »
Wortelen	» »
Radijs	» »
Spruitjes	» »
Selderij	» »
Peterselie	» »
Knollen	» »
Sjalotten	» »
Aardappelen	April.
Doperwten	April—Mei.
Peulen	» »
Capucijners	» »
Schorseneeren	April—Mei.
Uien	April—Mei. later uitplanten.
Prei	» » » »
Kool	» Juni uitgeplant.
Snijboonen	Juni.
Spersieboonen	Mei—Juni.
Postelein	» »
Komkommers	» » later uitpl.
Augurken	» » » »
Andijvie	» » » »
Ramenas	» »
Aardbezie, Rabarber, Zuring	in het najaar te planten.

Natuurlijk is het niet de bedoeling, dat bepaald al deze groenten in het schooltuintje gekweekt moeten worden. Men doe er een keuze uit.

LANDBOUWGEWASSEN.

2e KRING.	3e KRING.	4e KRING.
Tarwe.	gerst.	meekrap.
Vlas.	koolzaad.	chicorei.
Erwten.	hennep.	karwij.
Paarde of	beetwortelen.	mais.
Duivebooнen.	klaver.	wikken.
Aardappelen.	—	linzen.
—	haver.	hop.
Rogge.	lupine.	spurrie.
Boekweit.	tabak.	
—		
Koolzaad.	—	
Wintertarwe.		
(Heiplantjes).		

PHYSICA.

Alvorens met het onderwijs in de physica een aanvang te kunnen maken, is het noodig, dat de leerlingen eenige kennis hebben opgedaan van inhoudsberekening.

Voor een goede behandeling toch moeten cM^3, dM^3, M^3 bekende grootheden zijn. Zijn de kinderen niet ontwikkeld genoeg om reeds in de laatste helft van het vierde leerjaar (van de 6) deze stof te kunnen begrijpen, dan moet zij in ieder geval in het vijfde het onderwijs in de physica voorafgaan.

Bij het volgende is er dus opgerekend, dat de leerlingen den inhoud van kubus en balk kunnen berekenen (in geheele getallen).

Men vangt met een repetitie aan, om zich van de noodige juistheid der begrippen te overtuigen. Mocht het nog niet behandeld zijn, dan wordt ook geleerd, 1 dM^3 = 1 L. 1 M^3 = 1000 L = 10 HL. Hierover worden schriftelijke opgaven gegeven.

VOLUMEN. MAATGLAZEN.

1. Het eerst komen daarna de maatglazen aan de beurt. Zij worden goed bekeken. Men giet in het groote $^1/_2$ L water en doet opmerken tot welke streep het glas gevuld is. Bij herhaling blijkt, dat een $^1/_2$ L het glas steeds tot dezelfde streep vult. Uit proeven blijkt, dat dit ook met andere maten het geval is. Zoo komt men van zelf tot de beteekenis der deelstrepen. Ten slotte worden verschillende hoeveelheden gemeten. Men berekent ook den inhoud van een bakje in cM^3 en vergelijke de uitkomst met het getal, dat het maatglas aangeeft, als het volle bakje er in geledigd wordt.

2. Er worden ook oefeningen gegeven als deze: Er was 400 cM^3 water in het glas. Nu zijn er 450 cM^3 in. Hoeveel is er bijgegoten. Zoo ook met uitgieten. Er is 160 cM^3 water in het glas. Meet dit bakje, vul het en giet het ledig in het glas. Hoe hoog staat het water? Kunt gij dit ook berekenen?

Natuurlijk moeten de kinderen niet alleen zien, maar ook doen. Men neme ook proeven met zand e. d.

3. Men neemt een blokje ijzer of steen bijv. van de afmetingen $2 \times 3 \times 4$ cM. Inhoud 24 cM^3. In het glas is 40 cM^3. Het blok wordt er in neder gelaten. Het water rijst. Hoe hoog? Tot 64. Verschil 24. Hoe komt dat? Nog een paar proeven met hetzelfde blokje in dezelfde en in andere hoeveelheden water.

Ook neme men de proef met een blokje hout, van bijv. 27 cM^3. Het water rijst slechts 25. Hoe komt dat?

4. Na deze ondervinding geeft men den leerling bijv. een sleutel. Hij moet die meten en zeggen hoeveel cM^3 die groot is. Dat gaat niet.

Is het voorgaande goed behandeld, dan zal men zeker op de vraag: wie weet een middel om den inhoud te bepalen een goed antwoord krijgen. Nu volgt een reeks van oefeningen in het bepalen van het volumen, ten slotte ook van lichamen, die drijven, door ze met lood of ijzer te verbinden. De leerlingen mogen zelve voorwerpen aanbieden en het volumen bepalen.

Men zal ook voorwerpen krijgen, die niet in het glas kunnen. Dan neme men zijn toevlucht tot ijzeren of tinnen maten en zie hoeveel cM^3 water die behalve het voorwerp nog kunnen bevatten. Van kleine lichamen worden er eenige tegelijk genomen en de uitkomst gedeeld, bijv. centen.

Samenvatting: Het aantal cM^3, dat een voorwerp bevat, kan men vinden: *a.* door meten, *b.* door middel van een maatglas.

DRUKKING DOOR DE LICHAMEN UITGEOEFEND.

1. Men laat een bakje in het water drijven. Een kind moet er met den vinger in drukken: het bakje zinkt dieper,

houdt het op met drukken, dan rijst het bakje weer. De proef wordt eenige keeren herhaald: ook zóó: Men houdt den vinger er in: „Druk ik, ja of neen"? De leerlingen zullen het bemerken aan het al of niet dieper inzinken.

Zoo wordt ook behandeld: sterker drukken, minder drukken enz.

2. Een voorwerp wordt in het bakje gelegd. Het zinkt nu ook dieper. Wat doet het voorwerp dus? Allerlei voorwerpen worden op dit punt onderzocht.

Er wordt op gelet, welke voorwerpen gelijke, grooter of kleiner drukking uitoefenen. Ook wordt opgemerkt, dat het zelfde voorwerp steeds denzelfden druk uitoefent.

3. Men kan dezelfden gang nog eens volgen, maar make nu de drukking aanschouwelijk door een eenigszins breede houten of ijzeren in ieder geval buigzame liniaal, die met één eind ergens tusschen wordt gestoken.

Ook wordt een proef genomen met wat klei of stopverf, waarop men eerst drukt en er daarna een gewicht op plaatst, om de gevolgen te vergelijken.

4. Zou een lichaam ook op den grond drukken. Wanneer is dit te zien, wanneer niet? Zoudt men het kunnen bemerken, als men den vinger er onder steekt?

Samenvatting: Alle lichamen oefenen drukking uit.

HET METEN DER DRUKKING.

1. De veerunster wordt nu vertoond, doch met de schaal door een reep papier bedekt. Aan het haakje hangt een blikken bakje. Verschillende voorwerpen, waarvan reeds vroeger bepaald is of zij even sterk of sterker drukken dan een ander, worden er ingelegd en de gevolgen nagegaan.

2. Men laat er zooveel zand in doen, als even sterk drukt als een of ander voorwerp, ook zooveel pennen of spelden. De vraag wordt nu gesteld: hoe kan een ander een voorwerp vinden dat even sterk drukt? Hij zou dan moeten zorgen, dat het evensterk drukte als zooveel pennen of zooveel spelden. Maar weet hij bepaald, welke pennen of spelden hij nemen moet; of, dat die wel allen even sterk drukken?

Hoe dan?

We nemen zooveel water, als in druk overeenkomt met het voorwerp en meten dat met het maatglas. Nog gemakkelijker wordt het uit een maatglas er ingegoten. Zoo vinden we, dat een voorwerp bijv. even sterk drukt als 10 cM^3 water.

Tegelijk wordt daarbij op het wijzertje gelet en een streepje gezet op de plaats, waar een zeker voorwerp het brengt. Daar wordt met een cijfertje het aantal cM^3 water aangegeven, waarmede het voorwerp in druk overeenkomt.

Als nu een voorwerp het weer tot dat streepje brengt, is meten van het water onnoodig.

Zoo komt men vanzelf tot een schaal. Deze kan dan ook, als men zoover is gevorderd, getoond worden. Men ga na, of de schaalverdeeling juist is.

3. Als een lichaam evensterk drukt als 15 cM^3 water zegt men ook: het weegt 15 gram. 15 cM^3 water wegen natuurlijk ook 15 gram. Van verschilllende voorwerpen wordt het gewicht op beide manieren uitgedrukt. Daarna volgen proeven, waar uit blijkt, dat

1 cM^3 water weegt 1 gram.
1 dM^3 „ „ 1000 gram.
1 L „ „ 1000 gram = 1 KG.
(Hieruit wordt berekend:
1 HL. water weegt 100 KG.)
1 gulden weegt 10 gram.
1 Rijksdaalder weegt 25 gram.

Naar aanleiding hiervan zullen schriftelijke oefeningen gegeven kunnen worden.

4. Nu worden ook de koperen stukjes vertoond, die juist 1 Gr. 2 Gr. 1 HGr. enz. wegen, d. i. dat zij evensterk drukken als 1 cM^3 water enz. Men late met den veerunster zien, dat zij hun opschrift terecht dragen.

Volgen schriftelijke opgaven.

Samenvatting en herhaling:

Van de lichamen kunnen we te weten komen: *a.* hoeveel cM^3 zij bevatten (2 manieren): *b.* hoe sterk zij drukken.

Men doe vooral uitkomen, dat voor de kinderen tusschen

volume en inhoud geenerlei verband bestaat. Zij kennen lichte, groote en zware, kleine lichamen.

DE HEFBOOMEN.

1. Als zoodanig gebruike men in cM. verdeelde linialen. Zij worden steeds in het midden ondersteund. Men ontgaat daardoor de moeilijkheid, dat men anders ook met het gewicht van den hefboom rekening heeft te houden.

2. Men begint natuurlijk met een hefboom 1e soort. Aan één arm wordt een gewicht gehangen. Het liniaaltje neemt een schuinen stand aan. Wat moet men doen om het weer in zijn stand te brengen?

1e geval. Aan het andere eind een gewicht hangen. Eerst een evengroot. De afstanden van het steunpunt worden gemeten, als 't gelukt: ze zijn even groot. 't Wordt beproefd met een gewicht, 2 × zoo groot: de afstand van het steunpunt blijkt de helft. Herhaling der proef met andere afstanden. Die van het grootste gewicht blijkt steeds de helft van den andere.

Herhaling met een gewicht, twee maal zoo klein enz.

Herhaling met gewichten van andere verhouding.

Steeds blijkt: Als het gewicht, dat een ander gewicht moet opheffen eenige malen zoo groot is, is de afstand tot het steunpunt eenige malen zoo klein, en omgekeerd.

Ook wordt met een proef bepaald, welk gewicht op een aangegeven afstand geplaatst moet worden. Volgen opgaven.

3. Maar de hefboom kan nog anders horizontaal gebracht worden n.l. door hem aan de zijde van het gewicht op te tillen. Hoeveel drukking is er dan noodig? Kan men daarbij een gewicht gebruiken? Neen, want dit drukt naar beneden. Wat dan? De veerunster geeft uitkomst. Deze wijst aan, welke drukking uitgeoefend moet worden, om den hefboom waterpas te plaatsen. Hoe verder van het steunpunt, hoe minder druk blijkt noodig te zijn. Maar de veerunster moet dan ook veel hooger opgetild worden, dan het gewicht stijgt.

4. Nog een andere manier: de liniaal kan tusschen steun-

punt en gewicht opgetild worden. Hier blijkt weer: hoe dichter bij 't steunpunt, hoe grooter druk is noodig, maar men behoeft de unster niet zooveel te verplaatsen. In het eene geval beweegt het gewicht zich dus langzamer, in het andere geval sneller, maar de drukking in het eene geval is minder dan die in het andere.

Volgen opgaven betreffende 3 en 4.

5. Ook worden werktuigen uit het dagelijksch leven met de behandelde gevallen vergeleken. Vooral wordt daarbij er op gelet, of de snelheid grooter of kleiner wordt, of er meer of minder druk aangewend moet worden.

Last en macht zou ik niet onderscheiden. 't Is bij werktuigen uit het dagelijksch leven ook vaak dubieus of men van last of macht moet spreken. Steunpunt en armen dienen beslist genoemd te worden.

DE BALANS.

1. Dat hierna de behandeling der balans gemakkelijk zal zijn, is duidelijk. Immers de werking hiervan sluit geheel aan bij de reeds behandelde opgave: gegeven 1 gewicht, en de twee armen.

De balans wordt nauwkeurig beschouwd. Het hoe zoowel als het waarom wordt opgespoord. Natuurlijk betreft dit alleen zaken, die de leerlingen kunnen volgen. Zij zullen zeer goed begrijpen, dat de messen scherp moeten zijn, waarvoor de naald dient e. d. Waarom echter de ophangpunten in een lijn moeten liggen zal niet besproken kunnen worden. Ook worden door de leerlingen eenige voorwerpen gewogen, liefst ook zulke, waarbij men vroeger verkregen uitkomsten met die van thans kan vergelijken.

HET SOORTELIJK GEWICHT.

1. Ik mag onderstellen, dat de leerlingen, tot hiertoe gevorderd, reeds eenige bekendheid hebben met breuken. Evenwel mag ik niet als regel aannemen, dat zij bijv. de uitdrukking 0,9 $\times$ reeds hebben leeren kennen.

Daarmede dient rekening gehouden te worden bij de behandeling van het soortelijk gewicht.

2. Men bepaalt het volume van eenige stukjes ijzer, liefst zoo gekozen, dat zij een geheel aantal cM^3 groot zijn. Zijn ze regelmatig dan geschiedt dat door meting, anders wordt het met het maatglas gedaan. De stukjes worden ook gewogen. Inhoud en gewicht worden naast elkander op 't bord geschreven. Steeds blijkt het gewicht van 1 cM^3 = 78 dG. of 7.8 G. 1 cM^3 water weegt 1 G. IJzer weegt dus meer dan 7 × zoo zwaar als water. Men zegt dan: „Het S. G. van ijzer is 7.8"

Zoo wordt van verschillende stoffen het S. G. bepaald, ook van stoffen, lichter dan water, ook van vloeistoffen.

3. Daar steeds volumen en gewicht gezocht moeten worden, kan men nog al eens aardige problemen op te lossen geven, als er sprake is, dat op de eenvoudigste wijze te doen.

Bijv. bij het bepalen van het S. G. van koper neemt men een gewicht; dan behoeft alleen 't volumen gezocht te worden.

Men geve ook gevallen, die leiden tot vergelijking met het gewicht van 1 L. of 1 dM^3 water.

Ook komen deze vragen in aanmerking: Is dit geverfde voorwerp ijzer of niet? Zoo ja, dan moet het S. G. ± 7.8 zijn.

Voor de bepaling van het volume van lichte voorwerpen is vroeger reeds een manier gevonden.

4. Ten slotte volgen opgaven ter toepassing: bijv. Hoeveel weegt een blok hout lang 6 dM., breed 2 dM., dik 2 dM. S. G. = 0.9?

De inhoud = 6 × 2 × 2 dM^3 = 24 dM^3.

het S. G. = 0.9. 1 dM^3 water weegt 1 KG.

1 „ hout „ 0.9 KG. = 9 HG.

24 dM hout „ 24 × 9 HG. = 216 HG.

Verder opgaven als deze: Hoeveel weegt 1 HL. olie.

Hoeveel weegt een bak van *deze* afmetingen; . . ., gevuld met water, enz. Men late ook uit het gewicht het volumen berekenen.

Na herinnering aan de samenvatting op blz. 91 komt men tot deze slotsom:

Als men het aantal cM^3 weet, dat een voorwerp bevat, kan men het gewicht uitrekenen.

Als men het gewicht kent, kan men uitrekenen, hoeveel cM^3 een voorwerp bevat.

Daarvoor moet men het S. G. kennen.

GEWICHTSVERLIES.

1. Men bepale gewicht en inhoud van een blokje ijzer. Daarna wordt dit in water hangend gewogen. Het schijnt lichter geworden te zijn. De uitkomst wordt aldus genoteerd:

24 cM^2 ijzer weegt 185 Gr.; in water 161 Gr. verschil: 24 Gr.

Zoo worden nog meer feiten gevonden door proeven. Uit deze gegevens komt men tot deze gevolgtrekking:

24 cM^3 ijzer verplaatst 24 cM^3 of 24 Gr. water en wordt 24 Gr. lichter.

13 cM^3 lood verplaatst 13 cM^3 of 13 Gr. water en wordt 13 Gr. lichter.

Deze uitkomst wordt geformuleerd: Een lichaam in water gedompeld verliest evenveel aan gewicht als het verplaatste water weegt. Om dit verder rechtstreeks aan te toonen doe men de proef met het emmertje van 's-Gravezande.

2. Men denke bij dit onderwerp niet te spoedig, dat men reeds genoeg voorbeelden heeft. De redeneering, op hoeveel aanschouwelijks en bekends zij moge steunen, blijkt vele leerlingen te lang. Zij blijven licht aan de merkwaardige overeenstemming der getallen hangen, zonder zich in het feit in te denken. Het is daarom noodig, vele malen de geheele proef met de redeneering te herhalen.

3. Natuurlijk volgen weder talrijke oefeningen: en wel naar deze typen:

Een lichaam van 7 cM^3 weegt 35 Gr. Hoeveel weegt 't in water?

„ „ „ 7 „ heeft een S.G. 5. „ „ „ „ „

„ „ 2 × 3 × 4 cM. S.G. 5. „ „ „ „ „

Een lichaam weegt 25 Gr.; in water 20 Gr. Inhoud =

„ „ „ 25 Gr.; „ „ 20 Gr. S. G. =

„ „ „ 25 Gr. S. G. = 5. Gewichtsverlies =

„ „ van 15 cM^3 weegt in water 20 Gr. =

Ook worden opgaven gekozen waarin van dM^3, M^3, KG. enz. sprake is.

Opgaven waarin 't gewicht in water en S. G. gegeven zijn, zullen vaak wat moeilijk blijken.

Ten slotte wordt opgemerkt, dat nu op vier manieren gevonden kan worden, hoeveel cM^3 (dM^3, M^3) een voorwerp bevat.

a. door meten,
b. met het maatglas,
c. door weging in en buiten 't water.
d. door weging (als 't S. G. bekend is).

DRIJVEN.

1. Tot hiertoe was alleen sprake van lichamen zwaarder dan water. Nu komen ook andere, lichter dan water, aan de beurt.

Het volume van een houten kube wordt bepaald op bijv. 27 cM^3. Hoeveel water kan die verplaatsen: 27 Gr. En zij weegt slechts 21.6 Gr. Kan zij dan 27 Gr. verliezen? Neen, slechts 21.6 Gr. Hoeveel water moet daartoe verplaatst worden? 21.6 cM^3. De proef in het maatglas bewijst de juistheid: een gedeelte van het lichaam steekt boven het water uit: het drijft en 't water komt 21.6 hooger. Welk deel is boven water?

Hoeveel weegt die kube in water?

Hoeveel gewicht zou men er nog op kunnen plaatsen?

Na nog eenige proeven komt het volgende besluit: Lichamen, lichter dan evenveel water, drijven. Volgen opgaven naar de volgende typen:

Een lichaam van 1 dM^3 weegt 900 Gr. Drijft het? Hoeveel blijft er in 't water, hoeveel steekt er boven uit?

Een lichaam van 6 dM^3 S. G. 0.8. Welk deel onder, welk deel boven water?

Een lichaam S. G. 0.7. Drijft het? Met welk deel onder, welk deel boven water?

Van een lichaam groot 200 cM^3 steekt $^1/_4$ gedeelte boven water. Wat is het S. G. Hoeveel bevindt zich onder water?

Een blok ijzer, S. G. 7.8 is 100 cM³ groot. Hoeveel water zou dit moeten verplaatsen om te drijven? (IJzeren schepen).

Van een drijvend lichaam S. G. 0.9 steekt 100 cM³ boven water uit, wat is de grootte?

ZWEVEN.

1. Men neemt een houten maasbal, die geopend kan worden. Wat vet belet het binnendringen van vocht, als hij gesloten is.

Met een maatglas wordt nauwkeurig het volume bepaald; stel 't is: 27 cM³. Het gewicht is bijv. 20 Gr. Er wordt zooveel zand in gedaan, dat de bal 27 Gr. weegt. Daarna sluit men hem.

Hoeveel water kan de bal verplaatsen? 27 Gr.

Hoeveel is dan het gewichtsverlies? 27 Gr.

Wat weegt de bal dan in water? 0 Gr.

Zal de bal drijven? Neen want hij moet 27 Gr. water verplaatsen. Men zegt dan, dat het voorwerp zweeft. Natuurlijk ontbreekt ook hier de proef niet. Met den unster wordt aangetoond, dat het gewicht inderdaad = 0 is.

GEWICHTSVERLIES IN ANDERE VOCHTEN.

1. Nu volgen eenige proeven, om aan te toonen, dat de gevonden wet ook doorgaat voor andere vloeistoffen, zooals: zoutoplossing, olie, kwik.

Daaraan worden beschouwingen vastgeknoopt over de volgende onderwerpen, toegelicht door proeven:

Het dieper zinken in lichter vloeistoffen.

Het minder diep zinken in zwaarder vloeistoffen.

Het drijven van eenzelfde voorwerp in de eene en het zinken in de andere vloeistof.

IJzer drijft op kwik.

Hoe kan een ijzeren schip drijven?

Het zinken hiervan als het vol loopt?

NADERE BESCHOUWING VAN HET „GEWICHTSVERLIES".

1. Ten slotte kan men de leerlingen opmerkzaam maken op de eigenaardigheid van dat lichter worden in een vloeistof en ze brengen tot de vraag: waar blijft dat gewicht: er gaat niets van 't voorwerp af. Als inleiding brenge men het feit in herinnering, dat iemand of iets, die iets draagt, zooveel zwaarder wordt. Iemand van 65 KG., die 25 KG. draagt, oefent 90 KG. drukking uit.

Nu een proef.

Dit balletje weegt 76 Gr. in water 68 Gr. Dit glas met water weegt 168 Gr. Ik zet het in de schaal en laat het balletje in het water hangen, maar houd het vast. Met het unstertje late men zien, dat het 68 Gr. weegt; maar het water weegt nu 8 Gr. meer. De 8 Gr. gewichtsverlies is dus teruggevonden. Ik draag 68 Gr. en het water 8 Gr., dus evenveel als het verplaatste water weegt.

Wat zou ik moeten doen, om te maken, dat het water *alléén* de bal draagt? Zorgen, dat het 76 Gr. of meer verplaatst. Dit kan geschieden door uitslaan en de randen om te buigen (bijv. als 't lood betreft).

Volgen opgaven ter herhaling betreffende:

Volumen, Hefboomen, Soortelijk gewicht, Drijven en Zinken.

COMMUNICEERENDE VATEN.

1. De communiceerende vaten eischen alleen de proef en de constateering van het feit.

Natuurlijk wijze men er op, dat de niveaux in *elken* stand in een horizontaal vlak komen. Men stelt ook het geval, dat een arm te kort is. 't Zal daar toch evenhoog willen stijgen. Met behulp van doorboorde kurken, een lange buis en een kort fijn buisje wordt een fonteintje gemaakt. Waardoor wordt de hoogte niet bereikt, die verwacht werd?

2. Ten slotte komen als toepassing deze onderwerpen aan de orde: tuiten, schenken, waterleiding.

3. Men vult de vaten geheel en drukt in één er van een

kurkje, liefst nauwkeurig sluitend en zoo, dat er geen lucht tusschen kurk en water is. In de andere vaten rijst dan het water. Wordt dus op ergens op het water drukking uitgeoefend, dan rijst het, waar die drukking niet wordt uitgeoefend. Dit is in een gewoon vat ook zoo. Als men een glas in een bakje water drukt, rijst het water daar om heen.

Dit feit wordt later aangehaald bij de behandeling van den luchtdruk.

4. Toch staat het vocht in twee buizen, die met elkander gemeenschap hebben, niet steeds evenhoog. Men toont nu een nauw buisje en laat zien dat het water daarin hooger staat dan er omheen. Daarna ziet men het in nauwere buisjes, haarbuisjes, nog hooger stijgen.

Men toone ook aan, dat in kwik juist het tegengestelde wordt opgemerkt.

Ook andere vloeistoffen worden onderzocht. Naar aanleiding daarvan kan men de volgende onderwerpen bespreken:

opklimmen van olie in katoen;

opzuigen van inkt in vloei. Dit wordt ook beproefd, als men het met gom heeft bedekt;

opzuigen van vocht in hout, muren, in zand.

OSMOSE.

Een lampeglas wordt gesloten door er een nauwkeurig ontvet stuk blaas onder omheen te binden. Er wordt nu een sterke suiker- of zoutoplossing ingegoten. Hangt men dezen toestel in een glas met regenwater, dan ziet men in het lampeglas het niveau rijzen, vooral als men in het lampeglas een doorboorde kurk met een nauwe buis er in tot op de vloeistof naar beneden schuift. De kurk moet nauwkeurig sluiten.

Maar het regenwater in het glas blijkt zoet. Er is dus door de blaas water gedrongen in het lampeglas en suikerwater in het bierglas. Welke strooming was de sterkste?

Naar aanleiding hiervan wordt nu, of later als het te pas

komt, gesproken over de beweging van de plantensappen en voedingsvochten. Thans kunnen nog enkele feiten uit de ervaring der kinderen te hulp geroepen worden:

bijv. opzwellen van peren in water.
van kersen of bessen in brandewijn.

SMELTEN—STOLLEN.

1. De onderwijzer vangt aan met de behandeling van het onderwerp vloeistoffen en vaste stoffen.

Ik acht het niet noodzakelijk hier strikt natuurkundige begrippen aan te brengen. De dagelijksche opvatting volstaat.

Daarna wordt wat zwavel genomen. De onderwijzer laat den kinderen deze stof zien en vertelt er een en ander van, terwijl hij ze in een bakje boven een spiritusvlam zet. Er wordt nagegaan, welke veranderingen zich voordoen. Eerst zijn 't harde stukjes met kleine ruimten er tusschen. Die stukjes worden bruin en veranderen in een heldere, doorschijnende vloeistof. Door warmte is een vaste stof veranderd in een vloeistof. De zwavel is gesmolten. De vlam wordt uitgedoofd. De zwavel koelt af en wordt weder hard. De zwavel *stolt*. Heeft men de noodige stoffen tot zijne beschikking, dan kan men nog eens iets laten smelten en stollen.

2. Daarna wordt ook de ondervinding der leerlingen te hulp geroepen, bijv. in vragen als deze: Kan water ook stollen? Smelten? Kan glas smelten? Met een Brunsensche brander gaat dit heel gemakkelijk. Kan hout smelten? Neen, dat verbrandt. Kan steenkool smelten? Neen.

Hier kan, als de kachel brandt, de bekende proef met de Goudsche pijp gedaan worden. Zoo niet, dan beware men die tot later, *liefst* tot de behandeling der gassen.

Het resultaat zal dus zijn:

Sommige stoffen kunnen smelten en weder stollen. Vele zijn meestal vloeibaar, andere zijn meestal vast.

Er zijn ook stoffen, welke bij verwarming geheel veranderen, doch niet smelten.

OPLOSSEN.

1. Er zijn lichamen, welke nog op een andere wijze vloeibaar gemaakt kunnen worden.

Men neemt wat zout en roert het in water. Het verdwijnt. Geen korreltje is er meer te zien.
Uit de smaak blijkt, dat het zout er toch in is. Men zegt: het zout is opgelost.

Nu wordt nagegaan, hoeveel zout men wel, in $^1/_4$ L water bijv. kan oplossen, onder aanhoudend roeren. 't Zelfde wordt met suiker in warm en koud water gedaan. Ook wordt beproefd of andere stoffen op kunnen lossen. Men neme ook andere vloeistoffen dan water bijv. olie, spiritus.

Lost er niets meer op, dan is de vloeistof verzadigd. Een warme vloeistof is niet zoo spoedig verzadigd als een koude.

2. Wat gebeurt er, als men een *warme* en *verzadigde* oplossing laat afkoelen? Het opgeloste komt voor een deel te voorschijn en wel in eigenaardige vormen, die men kristallen noemt. Met glauberzout gelukt dit zeer goed.

Ook kan men het water laten verdampen. Dan komt de opgeloste stof ook weder in den vorm van kristallen voor den dag. Over het verdampen zelf kan hier niet nader gesproken worden.

3. Er kan hier natuurlijk gesproken worden over zout en zoutbereiding, ook over klontjes (ook maken).

4. Ook bij 't stollen worden kristallen gevormd. Daarbij kan men de zwavel weder gebruiken. Men smelt er wat van, en dooft daarna de vlam uit. Zoodra er een vliesje bovenop gestold is, stoot men het stuk en giet de vloeistof er snel onder van daan. Het omgekeerde vliesje vertoont kristallen.

Natuurlijk wordt nu of later ook op sneeuwkristallen gewezen, op ijs en op de bloemen op de ruiten, als het vriest.

KOOLZUUR.

1. Voor het maken van dit gas brenge men een flesch in gereedheid met dubbeldoorboorde kurk. In één opening komt

een lange buis met trechter aan het boveneind, tot bij den bodem. In de andere steekt men een buisje even door de kurk. Aan het boveneind van dit laatste wordt een elastieken slangetje bevestigd. In de flesch doet men stukjes marmer, na die nauwkeurig gewogen te hebben. Hierop wordt, door den trechter, verdund zoutzuur gegoten. De vloeistof bruischt. Houdt men het elastieken buisje in water, dan stijgen hier doorheen belletjes omhoog. Er komt dus iets uit, maar wàt, kunnen we niet zien. Een leerling mag eens ruiken. We zullen 't geen er uit komt in een glas trachten op te vangen. Het is niet te zien, of er iets inkomt. Houdt men snel een brandende lucifer in 't glas, dan gaat die uit. In een ander glas niet.

Na een poosje blijft de lucifer in het eerste glas ook weer doorbranden. Wat er in gekomen is schijnt er dus van zelf uit te gaan. Men vult nu een glas en tracht het in een ander over te schenken. Een brandende lucifer doet zien of het gelukt. Ook laat men een leerling er uit drinken.

Houdt het bruischen op, dan moet er zoutzuur bijgegoten worden. Op de brug van den gevulden pneumatischen bak zet men omgekeerd een glas, gevuld met water. Hieronder wordt het uitstroomende gas opgevangen. Wat komt er nu onder dat glas? Een vaste stof? We kunnen het ruiken en proeven, niet zien. Het verdwijnt van zelf uit een open glas.

Wat opgevangen is noemt men *een gas.*

2. Dit gas dooft een vlam uit. Door een weinig in een reageerbuisje met kalkwater te laten stroomen kan men dit troebel zien worden. Het gas met deze eigenschappen heet *koolzuur.*

3. In bier en spuitwater is koolzuur. Hoe is dit aan te toonen?

In de lucht, die wij uitademen, is koolzuur. Door een kind door een buisje in een beetje kalkwater te laten blazen laat men dit zien.

ZUURSTOF.

1. In een kolf doet men wat chloorzure potasch en evenveel bruinsteen. De kolf wordt gesloten door een doorboorde

kurk, waarin een buisje is gestoken. Van dit buisje leidt een elastieken slangetje naar een Woulfsche flesch. Van hier gaat een elastieken buisje naar een glas met water. Bij verwarming ziet men belletjes door het water omhoog stijgen. Er schijnt dus weer een gas te ontstaan.

Zou 't koolzuur zijn? Vast worden eenige flesschen, die vol water gereed staan, gevuld en goed gesloten.

Een er van houdt men 't onderste boven, opent ze en steekt er vlug een brandend houtje in. Dit brandt opeens verbazend. Laat men een beetje gas in kalkwater stroomen, dan wordt dit niet troebel. In een open glas schijnt 't niet te blijven. 't Is dus wel een gas, maar geen koolzuur. 't Is *zuurstof*.

2. Men maakt een gaatje in een kurk en steekt er een pijpje houtskool in, dat men aan het andere eind gloeiend maakt. Een flesch met zuurstof houdt men omgekeerd en steekt er snel het houtskool in. De flesch wordt door middel van de kurk zoo goed mogelijk gesloten gehouden. Het houtskool brandt fel en daarna gaat het uit. In de flesch wil niets meer branden. Kalkwater er in omgespoeld wordt wit. Er is dus nu koolzuur in. Als *kool* brandt in *zuurstof* ontstaat er *koolzuur*.

Men brengt ook een aan één eind gloeiende stalen veer in de flesch met zuurstof.

WATERSTOF.

1. Met behulp van den toestel voor koolzuur, waarin men evenwel zink met *verdund* zwavelzuur begiet, maakt men weder een ander gas. Zwavelzuur verdunne men voorzichtig van te voren. Dit gas, opgevangen onder een omgekeerd glas, verbrand opeens met een groote vlam. Daarbij onstaan aan den wand van 't glas kleine waterdruppeltjes. Dit gas heet *waterstof*. Als het verbrandt ontstaat er *water*.

2. Men make er ook zeepbellen mee, die men aansteekt.

Als men het gas uit een fijn buisje laat stroomen kan men het ontsteken. Het flauwe vlammetje is zeer heet. Een pen er in gehouden gloeit terstond.

LUCHT.

1. Men toont een buis met zuiger en houdt het eene eind in 't water. Beweegt men den zuiger naar beneden, dan komen er bellen. In de buis was dus ook een gas. Waar komt het vandaan?

Om ons heen is dus overal een gas, dat *lucht* heet.

2. Men laat gloeiende houtskolen in een ijzerdraadnetje in een groote flesch dalen. Zijn ze uit, dan doet men er weer versche gloeiende in. Daarna wordt de flesch met kalkwater omgespoeld. Dit wordt wit. Er is dus koolzuur in de flesch gekomen. Wat moest er dus eerst in zijn?

In de lucht is dus zuurstof. Maar 't is niet alles zuurstof, anders zouden de kolen wel heviger gebrand hebben.

Lucht is dus zuurstof met nog iets anders.

3. Men neemt de flesch zonder bodem en zet die in 't water, een paar vingers diep bijv. op het brugje van den waterbak. In de flesch boven het water is dus lucht.

In de flesch, op het water, drijft een blikken schaaltje met een stukje phosphorus (voorzichtig er mee!) ter grootte van een halve erwt. Met een gloeiende breinaald steekt men dit aan en sluit de flesch. De phosphorus verbrandt. Met welk deel der lucht?

De phosphorus gaat ten laatste uit en men ziet een witte damp. Deze trekt weg. Het water rijst. Zeker omdat de witte damp uit de flesch gaat. Deze lost op in 't water.

Maar wat is er nu nog in de flesch?

Een brandende lucifer, er snel in gestoken, dooft uit. Koolzuur dus? Met een pompje waaraan een slangetje zit zuigen we er, onder den rand der flesch heen, iets uit. Dit in kalkwater gebracht, doet geen verandering ontstaan. Dus geen koolzuur.

Dit gas heet *stikstof*. In de *lucht* is dus *zuurstof* en *stikstof*. Kunnen we ook aan de flesch zien, welk deel zoo ongeveer?

4. Verschillende proeven kunnen nu dienen om aan te toonen, dat ergens zich lucht bevindt.

Bijv. men neemt de communiceerende vaten, en sluit er

een met een kurk. Er komt eerst water in, als de kurk verwijderd wordt. Men doe dit langzaam. Doet men er een doorboorde kurk op met een fijn buisje, dan kan men de lucht er uit voelen of hooren gaan. Ook de proef met het omgekeerd in water gedompelde glas komt in aanmerking en naar aanleiding daarvan kan over de duikerklok gesproken worden. Men toone ook, dat water niet in een flesch stroomt, als de trechter nauw in den hals sluit.

DRUKKING DER LUCHT.

1. Men neemt een buis met nauwkeurig passenden zuiger en voorzien van een kraan. De zuiger is op den bodem. Men opent de kraan en haalt den zuiger omhoog. 't Gaat vrij gemakkelijk. Zou er iets door de kraan onder den zuiger gekomen zijn? Door den zuiger naar beneden te drukken met het ondereind der buis in het water is dit te onderzoeken: er zal lucht ingekomen zijn.

2. De onderwijzer stelt nu voor te beproeven de lucht te beletten, naar binnen te stroomen. Dan moet de kraan gesloten worden. Nu blijkt de zuiger zeer moeilijk uitgetrokken te kunnen worden. Is dit eindelijk gelukt en men laat hem los, dan schiet hij snel naar omlaag. Dit blijkt in elke richting te geschieden.

Het gaat dus bij de tweede proef anders, dan bij de eerste. Hoe zou dat kunnen komen?

Eerst was er lucht onder den zuiger gekomen. Nu niet ('t wordt in water aangetoond). Nu is de lucht slechts aan één zijde van den zuiger. Zij zal dus maken, dat de zuiger zoo moeilijk naar boven getrokken kan worden en zoo snel terug schiet. Wat zou de lucht dus op den zuiger uitoefenen? Druk. Drukte de lucht dan zooeven niet? Ja, maar toen was er aan de andere zijde óók lucht en als die nu ook tegen den zuiger drukt, zal die dan zoo snel bewegen? Als twee jongens evensterk van binnen en van buiten tegen de deur drukken, zal die dan opengaan?

Dus de lucht drukt en wel zoo als aangetoond wordt in iedere richting.

3. De buis wordt met het ondereind, terwijl de kraan geopend en de zuiger op den bodem is, in water gedompeld.

We halen den zuiger op en er stroomt water in de buis. Hoe komt dat? Wat drukt op het water buiten de buis en niet binnen de buis? Hoe komt het water dus in de buis? Herinnering aan 't feit op bladz. 99.

4. Een aan weerszijden open buis wordt met een kurk aan één kant nauwkeurig gesloten en met water gevuld. Men zet de buis nu omgekeerd in een glas water. De buis blijft gevuld.

Waardoor? Op het water in de buis kan de lucht niet drukken; daar buiten wel, dus door de drukking der lucht. Als men de kurk verwijdert, drukt de lucht ook in de buis en het water daalt terstond.

De drukking der lucht houdt dus die kolom water omhoog.

5. Men neme de proef met het omgekeerde glas, gevuld met water en gesloten door een nat papier.

Met een flesch gaat de proef beter.

6. Nu dient nagegaan hoeveel water de lucht wel omhoog kan houden. Het blijkt dat de langste buis zelfs geheel geheel gevuld blijft. Met water is het dus moeilijk te vinden. Hoe zou dat komen? Welke vloeistof zouden we dan moeten kiezen? Natuurlijk een zwaardere, bijv. kwik. Na een paar proeven met korte buizen blijkt bij het bezigen eener buis van $\pm$ 85 cM, dat de lucht een kolom van $\pm$ 76 cM kan ophouden.

De buis wordt ook eens schuin gehouden, om te doen zien, dat men met de loodrechte hoogte rekening heeft te houden.

7. De luchtdruk per cM^2 wordt berekend.

Een kolom van 76 cM^3 weegt 76 $\times$ 13.5 Gr.

Ook wordt de druk per dM^2 berekend.

Men gaat ook na, welk een kolom water de drukking der lucht zou kunnen ophouden.

Ook wordt de barometer besproken en daarna behandeld als weerglas.

Geregeld wordt van nu af aanteekening gehouden van den barometerstand en daarnaast die van de weergesteldheid.

8. Men kan ook aanvankelijk de behandeling van den barometer achterwege laten en gedurende eenigen tijd aanteekening houden van den luchtdruk en daarnaast van de weersgesteldheid, om daarna den barometer als weerglas te behandelen.

9. Nu komt de zuighevel aan de beurt. Wanneer die vol is, moet de lucht aan de eene zijde een grooter kolom ophouden dan aan de andere zijde. Aan dezen kant blijft dus het grootste deel van die drukking over. Daar is de drukking dus het sterkst en drijft het water door de buis.

10. We nemen een buis met een zuiger. Het ondereind heeft een opening van evengroote of grooter middellijn, dan de buis zelf. Over dit open einde wordt nauwkeurig sluitend een stuk blaas of elastiek gespannen.

Drukt men met den vinger aan de buitenzijde, dan gaat de blaas een weinig naar binnen, drukte men van binnen, dan zou zij naar buiten bol gaan staan (vóór het afsluiten bevondt zich de zuiger ongeveer halverwege de buis). Waarom staat de blaas nu vlak? De lucht toch drukt er zoo sterk op! De lucht onder den zuiger drukt ook. Die lucht is daar opgesloten. Er kan niets uit of in.

We drukken den zuiger een weinig naar beneden: de blaas gaat bol staan. Hoe zou dat komen? Er zal iets van binnen drukken, maar wat? Alleen de lucht! Maar dat deed zij zoo even ook. Zij schijnt dus sterker te zijn gaan drukken, nu haar ruimte kleiner is geworden.

We brengen den zuiger langzaam en nauwkeurig op de eerste plaats. Het vlies wordt weder vlak.

Halen we den zuiger op, dan gaat het vlies hol staan. Hoe kan dat? Drukt de buitenlucht sterker dan zooeven? Dat zal wel niet. Dàn moet de lucht onder den zuiger minder sterk drukken. De ruimte daarvan is vergroot.

Na eenige herhalingen komt men tot dit resultaat:

De druk der lucht vermeerdert, als haar ruimte vermindert.

De druk der lucht vermindert, als haar ruimte vermeerdert.

11. Steunende op dit feit kunnen besproken worden: het zuigleer, de steekhevel, de pers- en de zuigpomp, de brandspuit en de luchtpomp.

Bij den steekhevel is natuurlijk de hoofdzaak, dat de lucht boven het vocht een grooter ruimte krijgt door het weder uitvloeien van enkele druppeltjes. Door die vermeerdering van ruimte ontstaat een geringere druk, zoodat de buitenlucht behalve dezen druk ook nog dien van een kolom water kan weerstaan.

De plaatsing en wijze van opening der kleppen bij de pompen wordt door de leerlingen gevonden. Laat ons de zuigpomp tot voorbeeld nemen. Dat het water in de buis stijgt, is een bekend feit. Maar als we den zuiger laten dalen, zou het water ook weer terugvloeien. Dan zou men niet veel verder komen: het doel toch is, water op te voeren. Er moet dus een inrichting zijn, die het water toelaat binnen te dringen, doch het belet, terug te vloeien. Zoo komt men vanzelf op den bodem- of hartklep en de wijze van openen van deze. Maar nu moet het boven den zuiger kunnen komen. Hierin moet dus ook een opening zijn. Het water moet er door kunnen, doch de lucht mag er niet in. Zoo komt men op de inrichting van den zuigklep. Een dergelijke manier kan ook toegepast worden bij de behandeling van perspomp, brandspuit en luchtpomp.

12. Is de inrichting van laatst genoemd instrument afgehandeld, dan worden er verschillende proeven mede genomen, waarvan vele licht zullen verspreiden over reeds vroeger waargenomen feiten. Onder de klok kan men bijv. brengen:

een half gevuld vogelfonteintje,
zoo mogelijk een barometer,
een heronsfleschje (ook door er eerst in te blazen laten spuiten).
een gerimpelde blaas,
een brandende kaars,
een levende vlieg.

13. Nu kan ook het gewicht van lucht bepaald worden, door middel van een ballon, waarvan de inhoud bepaald wordt, en die daarna met en zonder lucht gewogen wordt.

WARMTE.

1. De onderwijzer vertoont de spirituslamp, laat inrichting en werking zien en vraagt naar de oorzaak, dat de spiritus in de katoen opklimt, en dat de vlam uitdoofd, als het dopje er op wordt geplaatst. Een der leerlingen moet met de hand bij de vlam komen. Hij zal warmte gevoelen. Er wordt in een schaaltje wat water boven de vlam gezet. Langzaam aan zal dit warmer worden. Wordt de vlam uitgedoofd dan wordt het water weder minder warm: het koelt af.

Na weder water gewarmd te hebben, neemt men het van de vlam en legt er een ijzeren voorwerp, een kogel bijv. in. Deze wordt ook warm. Na eenigen tijd blijkt de kogel even warm als het water. Dit is evenwel minder warm dan aanvankelijk. Laat men het schaaltje langer staan, dan wordt het water koud en de kogel blijkt ook zijn warmte verloren te hebben.

De lichamen nemen dus warmte van elkander over tot zoolang zij even warm zijn.

Men vermengt $^1/_4$ L warm en $^1/_4$ L koud water. Het mengsel blijkt warmer dan het koude en koeler dan het warme water. De eene stof geeft dus weder warmte af, de ander neemt ze op, tot ze evenwarm zijn.

2. In een schoteltje met warm water wordt een ijzeren kogel gelegd. Deze zal even warm worden als het water en dit laatste wordt in dien tijd koeler.

Men neemt nu den kogel uit het water en laat dien stil liggen. Het water blijft ook stil staan. Na eenige minuten wordt nagegaan, wat het meest afgekoeld is. Dat zal de kogel zijn. Men kan ook met andere stoffen proeven nemen. Men komt tot de conclusie, dat sommige lichamen de warmte sneller verliezen dan andere.

Men neemt een schaaltje met een weinig kwik en een ander met evenveel gewicht aan water. Beide schaaltjes worden even lang boven de vlam gezet: het kwik is veel warmer dan het water. Lang doet men dit niet, daar kwikdampen zeer gevaarlijk zijn.

Er blijkt intusschen uit, dat kwik de warmte veel sneller opneemt dan water.

3. Twee evengroote kogels worden tegelijk in een schaaltje met water verwarmd. Daarna wordt de een in bladtin de ander in een wollen lapje gewikkeld.

In een zelfde aantal minuten blijkt de laatste minder afgekoeld dan de andere.

4. Dezelfde proef wordt gedaan met een droog en een vochtig lapje, met zand, zaagsel en met watten. De uitkomsten zullen leiden tot dit resultaat: Sommige stoffen laten de warmte spoediger door dan andere. Metalen en steen laten de warmte spoedig door. Hout, wol, watten laten de warmte niet spoedig door.

5. In verband met de aanschouwde feiten wordt een en ander opgemerkt over de volgende onderwerpen: kleederen, natte kleederen, haarbedekking; een wollen deken kan iets warm houden, maar ook ijs kan men er onder bewaren; ijskelders, sneeuw, bedekking tegen vorst; de plantenknoppen, die den winter over moeten blijven (kastanje); koud aanvoelen van muren, steenen enz.

VERANDERINGEN DOOR WARMTE TE WEEG GEBRACHT.

1. Vroeger is reeds gezien: sommige stoffen kunnen smelten, andere verbranden enz. Maar er zijn nog meer veranderingen, die niet zoo in het oog vallen.

2. De bol van 's Gravezande wordt vóór en na verwarming zoo nauwkeurig mogelijk gewogen. Verschil wordt niet opgemerkt.

3. Is de bol koud, dan kan hij in alle richtingen door den ring. Beproeft men dit na de verwarming, dan blijkt het, dat dit in geen enkele richting gelukt. De bol is dus grooter geworden maar niet zwaarder. Hoe zou het met het soortelijk gewicht zijn?

Er wordt een middel gevraagd om den bol door den ring te krijgen. Men krijgt wellicht twee raadgevingen: *a.* den

bol laten afkoelen. Dit blijkt afdoend; *b.* den ring ook verwarmen. Ook dit wordt gedaan.

4. Het toestel voor de lineaire uitzetting wordt ter hand genomen en de inrichting er van nagegaan. De leerlingen moeten vooral zien, hoe de wijzers zouden bewegen, als de staafjes eens wat langer werden.

Bij verwarming blijkt, dat de wijzers zich inderdaad zoo bewegen, als aangeduid is; dus: de staafjes hebben zich uitgezet. Bij afkoeling blijken zij weder korter te worden.

5. Ter toepassing worden de volgende feiten besproken:
de band wordt warm om 't wiel gelegd.
de rails raken elkander niet.
de telegraafdraden zullen 's zomers een grooter bocht maken dan 's winters.

Ook kan de geschiedenis van het huis met de scheve muren besproken worden, die door ijzeren staven weder werden recht getrokken.

6. De vraag doet zich voor of vloeistoffen ook uitzetten. Dit wordt nagegaan door een glazen bol met nauwe buis met water te vullen [1]). Met rooden inkt kan men het een weinig kleuren. Bij verwarming, bijv. in warm water, daalt het water in de buis. Wat is daarvan de reden? Het glas zet uit, de bol wordt dus grooter en de aanwezige hoeveelheid water kan die grootere ruimte niet zoover vullen als eerst. Daarna begint het water te stijgen. Het zet dus uit. Eindelijk rijst het niet meer. Wanneer zal dit zijn? Als het water binnen en buiten de buis ongeveer even warm is. Deze toestel zou men dus wel kunnen gebruiken om te zien of een vloeistof warmer is dan een andere of niet. Wat gebeurt, als men de buis in warmer water zet?

7. Zou lucht door de warmte uitzetten?

---

[1]) Men verwarmt de bol en houdt daarna den steel in een vloeistof die zal er bij afkoeling in opstijgen. Is de bol half gevuld, dan wordt er met een elastieken buisje een trechter, gevuld met vloeistof opgezet. Brengt men nu de vloeistof in den bol boven een spirituslamp aan 't koken, dan is 't toestelletje spoedig gevuld.

In denzelfden toestel van straks wordt lucht gelaten en afgesloten met een druppel gekleurd vocht. Het blijkt, dat de lucht zich bij geringe verwarming terstond snel uitzet. We maken den bol nog warmer en houden daarna het boveneind van den steel in water. Bij afkoeling stijgt dit er in op. Omgekeerd koud er in gezet en daarna verwarmd ziet men door het water luchtbellen ontwijken.

8. Men komt terug op de opmerking van zoo even, dat een dergelijk toestel wel zou kunnen dienen om te zien, of iets warmer is of niet. Hoe dan? Natuurlijk is een vloeistof noodig, die de warmte snel overneemt. Als zoodanig is kwik reeds bekend.

Stel nu, dat we een geschikte buis hebben, de bol en een deel van de steel met kwik gevuld en ik wil opschrijven, hoe warm dit water is. We zetten de bol er in en het kwik stijgt. Wat moet men nu opschrijven?

We zouden kunnen noteeren, hoeveel mM. 't kwik gestegen is. Maar een ander kan wel eens een kleiner of grooter buis gebruiken. Daar zal het kwik natuurlijk weer minder of meer stijgen. Dat helpt dus niet.

En waar vandaan moeten we rekenen? Van het punt, waar het kwik eerst stond? Maar als het nu morgen hier in de school eens wat warmer is of wat kouder, zal het kwik dan hetzelfde punt wel aanwijzen?

De menschen hebben daarom iets opgezocht dat altijd juist even koud is. Dit is smeltend ijs. Hier wordt de buis ingeplaatst en van het punt, dat het kwik dan wijst, wordt gerekend. Dat punt toch kan steeds terug gevonden worden.

Kunnen we nu van dit punt met mM. gaan meten. Ook niet, want dan hebben we weer hetzelfde bezwaar van straks.

De menschen hebben nog iets opgezocht, dat altijd even warm is en dat is stoom van kokend water. De buis wordt hierin gehouden en het kwik stijgt tot zeker punt. We kunnen dus rekenen tusschen twee punten, die steeds opgezocht kunnen worden. En deze afstand wordt verdeeld in 80, 100 of 180 deelen. Is de afstand tusschen de twee gevonden punten groot, dan zijn natuurlijk die 80ste, 100ste of 180ste deeltjes ook grooter dan anders.

De geleerden Réaumur, Celsius en Fahrenheit hebben deze verdeelingen gemaakt.

Het punt, dat het kwik wijst in smeltend ijs, heet vriespunt; daar zetten R. en C. 0 maar F. 32. Het andere punt heet kookpunt; daar zette R. 80, C. 100 en F. 180 + 32 = 212.

Die 80ste, 100ste of 180ste deeltjes heeten graden; men moet er bijzeggen welke graden men bedoelt: van R., C. of F.

9. De thermometer wordt nu gebezigd om van vloeistoffen bijv. water, verschillende temperaturen op te nemen.

Stel dat het kwik rijst tot juist midden tusschen kook- en vriespunt. Daar zet R. dus 40 C. 50 en F. 180 : 2 + 32 = 112.

Natuurlijk komen nu ook herleidingen in aanmerking.

Bijv. de thermometer wijst 10° R. Wat is dat volgens C. en F?

Opl.: 10° R = $\frac{1}{8}$ van de sch.

C. zet dus $\frac{1}{8} \times 100 = 12\frac{1}{2}°$.

F. „ „ $\frac{1}{8} \times 180 + 32 = 54\frac{1}{4}°$.

10. In de klasse wordt geregeld aanteekening gehouden van de temperatuur. Dit woord wordt geleerd.

Er wordt gezegd: als de thermometer 80° R. wijst, zegt men: de temperatuur is 80° R.

11. Het zal in de meeste gevallen niet doenlijk zijn, werkelijk een thermometer te maken en te verdeelen. Met behulp van afbeeldingen en schetsen is echter het onderwerp wel te behandelen, maar men verzuime niet, de eerste gelegenheid de beste te laten zien, dat het vriespunt de temperatuur aangeeft van smeltend ijs en het kookpunt dat van waterdamp.

NOG MEER VERANDERINGEN, DOOR DE WARMTE VEROORZAAKT.

1. In een kookglas wordt water gedaan en een thermometer er in geplaatst. Bij verwarming stijgt langzaam het kwik in den thermometer. De onderwijzer vraagt, welk water eerst verwarmd wordt: natuurlijk het onderste. Dit zet uit, zooals geleerd is, maar wordt niet zwaarder. Het S. G. neemt dus af.

Het water zal dus naar boven komen en vervangen worden

door kouder; dit wordt evenwel ook weer warmer en stijgt ook op.

Er ontstaat dus strooming in het water. Werpt men er een weinig zaagsel in, dan is die strooming gemakkelijk waar te nemen.

2. 't Kwik in den thermometer stijgt aldoor. Aan de oppervlakte van het water bemerkt men *damp*. Er ontstaat hoe langer hoe meer. Eindelijk begint het water te razen en als eindelijk de temperatuur ± 80° R. is, kookt het.

Nu wordt er *veel damp* gevormd, die men in belletjes door de heele massa ziet opstijgen. De temperatuur stijgt niet meer, hoewel de verwarming voortduurt. Voor 't vormen van damp wordt al de warmte gebruikt.

Men houdt een koud bord in den damp. Terstond vertoonen zich daaraan druppels water. Afgekoelde waterdamp wordt dus weer water. Door voortdurende verwarming heeft men steeds meer damp zien ontstaan.

3. Zou er bij gewone temperatuur ook damp ontstaan? Niet veel. Wij zien er ten minste niets van. We zullen een glas water neerzetten met een glazen plaat toegedekt. Den anderen morgen vinden we daar druppels aan. Dit is damp geweest.

Hoe zou men kunnen nagaan, of onze adem waterdamp bevat?

4. Twee evengroote borden met evenveel water worden neergezet: het ééne op een warmer plaats dan het ander, bijv. 't ééne in de zon of bij de kachel. Na eenigen tijd wordt nagegaan uit welk bord 't meeste water is verdampt. 't Blijkt, uit het eerste. Warmte bevordert dus de verdamping. Voor verdamping is warmte noodig.

Neem bijv. wat eau de cologne en giet wat op de hand van een leerling. 't Blijft niet lang vochtig. Wat gebeurt er met 't vocht? 't Verdampt.

Kan men ook voelen, dat er warmte voor noodig was?

5. Een vocht verdampt, als 't niet kookt, aan de oppervlakte. Hoe kan men dus verdamping bevorderen?

Als men een druppel water op de bank stort of een druppel

inkt op papier, wanneer is het dan eer droog, als men het vocht uitspreidt of 't zoo laat liggen.

Zouden de zoutpannen in Portugal diep gemaakt worden of zou men het zeewater liever over een groote oppervlakte laten stroomen?

6. As we een koud glas in de kamer brengen beslaat het. Er was dus waterdamp in de lucht. Maar toen die tegen het glas aankwam, werd hij afgekoeld en werd dus water. Wanneer zou er meer waterdamp in de lucht kunnen zijn, als het koud is of als het warm is?

Zou er ook damp gevormd worden boven wateren? bijv. rivieren en zeeën? Wanneer meer, wanneer minder? Wat doet die damp? Boven in de lucht vormt die opgestegen damp wolken. Als die wolken afgekoeld worden door wind, of door tegen een berg aan te drijven ontstaat er regen. Wat is dus regen?

7. Vele andere vochten kunnen ook koken en dampen afgeven. Allen niet: bijv. olie.

Door afkoeling van den damp komt het vocht weder terug. Dit vocht is dan gedistelleerd. De druppels, die we op het bord opvingen zijn dus gedistelleerd water. En regen?

Waarom wordt brandewijn enz. ook gedistelleerd genoemd? Waarom spreekt men van distelleerderij?

LUCHTSTROOMEN.

1. Op die strooming in water komen we terug, als de kachel brandt. Wat zal in de brandende kachel met de lucht gebeuren? Heeft men flinke leerlingen en kan men een baroscoop toonen, dan behoeft men zich niet te bepalen tot de eenvoudige overeenkomst.

Het verschijnsel der stroomingen in water kan verklaard worden uit het geleerde omtrent het gewichtsverlies in vloeistoffen.

Vanzelf komt men nu tot de vraag, of de lichamen ook niet aan gewicht zullen verliezen, doordat zij lucht verplaatsen. Twee voorwerpen, van verschillende grootte, die

in de lucht even zwaar wegen, zullen, als de vraag bevestigend beantwoord moet worden, in het luchtledig niet even zwaar zijn. Welk zal daar het zwaarst zijn? Bij de proef met de baroscoop blijkt dit ook het geval te zijn.

Een liter uitgezette lucht verplaatst meer lucht, dan ze zelf weegt dus.....

2. In aansluiting hiermede kan ook over luchtballons met verwarmde lucht worden gesproken en daarna over de gewone ballons.

De bekende aardigheid met het sigarenzakje aan beide hoeken in brand gestoken, kan hier te pas komen.

3. Men laat de strooming der lucht zien door kleine papiertjes boven de kachel te laten stijgen en men kan ook de ventilatie van het lokaal bespreken. De richting van den luchtstroom kan door kaarsvlammen of rook (van een sigaar bijv.) geconstateerd worden.

4. Naar aanleiding hiervan kan ook iets over het ontstaan van wind (bijv. land en zeewind) medegedeeld worden.

STOOM.

1. Men neemt een buis, aan een zijde gesloten en voorzien van een zuiger. Er wordt wat water ingedaan. Dit verwarmt men. Er zal damp ontstaan, ook al ziet men dat niet. Hoe warmer het water wordt, hoe meer damp zal er ontstaan. Dien damp noemen we ook wel stoom.

De zuiger ondervindt de drukking van de lucht boven en ook beneden, als daar nog wat lucht is.

Bij verwarming zien we den zuiger stijgen. Dit moet de stoom doen. Hoe kan men den stoom in water veranderen? Door afkoeling. Dit wordt gedaan en de zuiger daalt weer.

Om den zuiger op en neer te laten gaan zouden we er dus stoom onder kunnen laten komen en die dan weer afkoelen.

Dat gaat gemakkelijk noch snel.

2. De menschen hebben daarom een inrichting bedacht, waardoor de stoom dàn weer ònder, dàn weer bòven den zuiger komt.

Nu wordt het model van den stoomschuif getoond en de werking er van nagegaan.

De kinderen zullen dus begrijpen, hoe met behulp van stoom een machine bewogen kan worden. Die inrichting verder na te gaan behoort niet tot het gebied der lagere school. Wel kan op den stoomketel gewezen worden, en ook opmerkzaam gemaakt worden op cilinder en schuif eener locomotief.

3. Ten slotte worden eenige wijzen besproken, waarop warmte kan worden voortgebracht. Men zal dus spreken over warmte door verbranding voortgebracht, over zonnewarmte, over warmte, door wrijving ontstaan.

Van de laatste soort kunnen tal van voorbeelden aangehaald worden:

Het wrijven van een knoop.

Het slijpen van een mes.

Het vuurslaan.

Warmloopen van wagenassen.

Ook kan door een paar proeven aangetoond worden, dat ook door samenvoeging van sommige stoffen warmte kan ontstaan:

water en ongebluschte kalk.

water en zwavelzuur.

MAGNEET EN KOMPAS.

1. Men toont den leerlingen een magneetstaaf. Men houdt de beide uiteinden beurtelings bij een pen. Die wordt in beide gevallen aangetrokken. Men laat zien, dat zelfs door papier heen de staaf invloed uitoefent op de pen.

De onderwijzer laat nu beproeven, of ook andere stoffen door de staaf worden aangetrokken: het blijkt van niet. (Dit is ten minste waarschijnlijk). Men zegt nu dat een staaf met deze eigenschappen een magneet heet.

2. Vervolgens worden proeven genomen met voorwerpen, opklimmend in zwaarte. Reeds spoedig blijkt, dat de magneet geen voorwerpen kan vasthouden boven een zekere

zwaarte en dat de aantrekking het sterkst is aan de uiteinden, en het zwakst in het midden.

3. Van een pen wordt de punt afgebroken. Een klein draadnageltje wordt met de magneet opgetild; vooraf wordt getoond, dat het geen magneet is: de pennepunt wordt er niet door aangetrokken. Het ondereind van het hangende spijkertje houdt men bij de pennepunt. Deze wordt dan ook aangetrokken.

't Spijkertje schijnt dus ook een magneetje geworden te zijn. Om dit te onderzoeken wordt het spijkertje afzonderlijk bij de pennepunt gehouden: het trekt nu ook de pennepunt aan. Maar na eenigen tijd ziet men, dat punt niet zoo gemakkelijk meer wordt opgetild; eindelijk gebeurt het in 't geheel niet meer.

Is men in het bezit van eenige staafjes week ijzer, dan zal blijken, dat deze hun magnetisme onmiddellijk verliezen.

4. Intusschen doet zich de vraag voor, of dan van een stuk ijzer of staal niet inderdaad een magneet gemaakt zou kunnen worden, en wel zoo, dat het een magneet bleef.

Dit wordt beproefd. Een breinaald wordt op de wijze, die in alle natuurkundige boeken beschreven is, met den enkelen streek magnetisch gemaakt. Is de bestrijking afgeloopen, dan blijkt werkelijk de breinaald in een magneet veranderd te zijn.

5. De magneet wordt nu juist in het midden aan een dunnen draad opgehangen. 't Best neemt men een zoo dun mogelijken zijden draad, die men wel uit een zijden doekje kan rafelen.

De magneet draait in 't rond, maar neemt eindelijk een vasten stand aan. Men zegt niet welken en late eerst door herhaalde verplaatsingen zien, dat de naald werkelijk een vasten stand inneemt.

Een der leerlingen kan nu den vasten stand bepalen; 't blijkt te zijn ongeveer de richting Noord-Zuid.

6. Door één eind te merken met een of andere kleur zal men zien, dat niet alleen de richting dezelfde blijft, maar ook het zelfde eind steeds naar dezelfde zijde wijst. Men zegt

nu, dat het eind, dat naar 't noorden wijst, de noord- het andere de zuidpool is.

7. Nu wordt een andere magneet er bij gehouden. Door ophangen is eerst bepaald, wat de noord-, wat de zuidpool was. Het blijkt nu, dat de gelijknamige polen elkaar afstooten, terwijl de ongelijknamige elkander aantrekken.

IJzer er bij gehouden brengt den magneet uit zijn stand, koper niet.

8. Zou zoo'n inrichting ook voor een of ander kunnen dienen?

Men komt nu van zelf op het scheepskompas. Dit wordt in zijn eenvoudigsten vorm behandeld. Er wordt op gewezen, dat de naald gemakkelijk moet kunnen draaien en getoond, hoe dit mogelijk is gemaakt. Er wordt ook opgewezen, dat het deel van het hoedje, dat op de scherpe punt van de spil rust, zeer hard moet zijn.

Waarom zet men een kompas altijd in een koperen doos?

9. Ten slotte kan medegedeeld worden, dat de meeste magneten magnetisch gemaakt zijn, maar dat er ook een soort van ijzer uit den grond wordt gehaald, dat uit zich zelf magnetisch is. Deze stof heet ook wel *zeilsteen*.

ELECTRICITEIT.

1. De proeven betreffende electriciteit worden liefst genomen 's winters in een flink verwarmd lokaal. Vooral is het noodig, dat de voorwerpen, die men gebruikt, kurkdroog zijn.

2. Men neemt een glazen staaf en wrijft die met een warme wollen lap zorgvuldig af. Daarna wrijft men den staaf krachtig met een verwarmde, droge zijden lap.

Houdt men het gewreven uiteinde bij eenige kleine pluisjes en vezeltjes of stukjes papier, dan zullen die er tegenaan vliegen. Hoe dikwijls ook herhaald, telkens wordt hetzelfde waargenomen. Ongewreven glas vertoont de aantrekking niet.

3. Een klein vlierpitballetje wordt opgehangen aan een zoo dun mogelijken zijden draad. Zoodra men met de gewreven staaf het balletje nadert, vliegt dit er tegen aan. Daarna valt het

weer terug en wil niet weer tegen het glas komen: het verwijdert zich er zelfs van.

Houdt men zeer fijne vezeltjes bij het balletje, dan vliegen zij er tegenaan en vallen er na een oogenblik weer af.

Raakt men het balletje even aan, dan worden de vezeltjes niet weder aangetrokken, maar het wordt zelve weder door den gewreven staaf aangetrokken.

4. Men zegt, dat door wrijven de glazen staaf *electrisch* wordt, dat zij *electricitet* verkrijgt. Dit blijkt uit het aantrekken der vezeltjes.

Het vlierpitballetje neemt electriciteit over, als men het met electrisch glas aanraakt; dit is gebleken, doordat het balletje ook vezeltjes aantrok. Maar als het balletje electrisch is, wordt het door het glas niet meer aangetrokken, wel afgestooten. Door aanraking met den vinger verliest het vlierpitballetje zijn electriciteit, want het trekt geen vezeltjes meer aan en wordt weder door het gewreven glas aangetrokken.

Het is wenschelijk, dat deze toelichtingen vergezeld gaan van een herhaling der reeds genomen proeven.

5. Geheel hetzelfde wordt gedaan met een lakstang, gewreven met een wollen lap.

6. De vlierpitbol wordt electrisch gemaakt met gewreven glas. Terwijl maakt een leerling den lakstang electrisch. Vooraf wordt gevraagd, of deze het vlierpitje zal aantrekken. Op grond van de reeds waargenomen feiten zullen zij zeggen: afstooten. En ziet het lak trekt juist aan. E. van hars of lak afkomstig trekt dus E. van glas afkomstig aan. Men moet dus hier twee verschillende soorten van E. hebben, daar, zooals aangetoond is, dezelfde E. elkander afstooten. Electriciteit, overeenkomende met die, welke bij wrijving van glas en zijde ontstaat, teekent men met een +, de andere met —. Deze soorten positieve en negatieve E. te noemen is maar een kwestie van naam. Men trachte evenwel niet die namen te verklaren.

7. Hoe kunnen we + E. en — E. herkennen?

Een vlierpitbal, met glas electrisch gemaakt, wordt afgestooten door + E., aangetrokken door — E.

Is het ook met een vlierpit te vinden, door hars electrisch gemaakt?

8. Als het vlierpitballetje electrisch gemaakt is, raakt men het met verschillende voorwerpen aan. Door er dan weder met den gewreven glasstaaf bij te komen, wordt nagegaan, of het lichaampje daardoor zijn E. verliest of niet. Dit moet zeer vlug geschieden, daar 't balletje allicht niet volkomen geisoleerd is en zoodoende toch spoedig genoeg, zonder aanraking zijn E. verloren heeft. Ook dit feit wordt aangetoond.

9. Na gemelde proeven is opgemerkt, dat bij aanraking met den vinger, metalen enz. de E. spoedig verdween, bij aanraking met glas (droog en nat wordt beproefd), lak, gutta percha niet.

Nu kunnen de leerlingen zelf zeggen, waarom het balletje aan een zijden draad is opgehangen, ook waarom bij wrijving van ijzer geen E. merkbaar is. Als hierop toch E. ontstaat, zal die onmiddellijk door de hand verdwijnen.

10. Men laat glas en lak tegelijkertijd flink electrisch maken. Houdt men de gewreven einden bij elkander, dan ziet men een klein knetterend, blauwachtig vonkje overspringen. Daarna hebben beide voorwerpen, blijkens een proef met 't vlierpitballetje, hun E. verloren. Als + E. en — E. dus bij elkander komen vereenigen zij zich, er ontstaat een vonk en van de E. merkt men niets meer.

11. Men toont een geisoleerd koperen buisje, aan beide zijden rond. Een verguld houten cylindertje is ook voldoende. De vlierpit wordt electrisch gemaakt met glas. Nadert men nu met het gewreven glas langzaam een der uiteinden, terwijl men het vlierpitballetje er bij houdt, dan wordt dit aangetrokken. Aan het andere einde wordt het afgestooten.

Aan de zijde van het glas is dus — E. aan het andere eind + E. Houdt men 't glas dicht genoeg bij het uiteinde, dan kan men bij de vereeniging misschien een vonkje zien. Na die vereeniging blijkt het cylindertje, volgens een proef met het vlierpitballetje, nog + E. te hebben.

Eerst was er geen E. op 't cylindertje. Toen is er door aantrekking van de + E. van het glas aan de eene zij — E.

en aan de andere zij + E. ontstaan; die — E. heeft zich vereenigd met de + E. van het glas en de + E. bleef over. Met behulp van een schets op 't bord kan dit alles nog eens nagegaan worden, daar kunnen dan de E. met + en — worden aangegeven.

12. Men neemt twee geisoleerde evengroote koperen kogels. De eene draagt een scherpe punt. Beide worden electrisch gemaakt met gewreven glas.

Met het vlierpitballetje wordt nagegaan, welke bal 't eerst zijn E. verliest. 't Blijkt die met de scherpe punt.

13. Nu kan men de electriseermachine toonen, doen werken en verklaren. Heeft men zoo'n instrument niet, dan laat men de behandeling achterwege. Er zijn heel wat proeven mee te nemen. Vooral moet men ook een der leerlingen electriseeren. Door een plankje op vier, zorgvuldig afgedroogde flesschen te leggen, kan men gemakkelijk een geisoleerd bankje maken.

14. Na bekendmaking met genoemde feiten, kan het onweer behandeld worden. Boven: electrische wolken. Deze trekken op aarde tegengestelde E. aan. Deze zal vooral in punten afvloeien. Hier is dus de meeste kans van vereeniging der beide E. De vonk is de bliksem. Deze veroorzaakt vaak brand.

15. Nu kan ook iets van den bliksemafleider gezegd worden. Deze bestaat uit een spits, geplaatst op een geisoleerden draad. De E. van de wolk zal zich dus alleen vereenigen met de E. op den draad, en geen schade aanrichten, tenzij de draad onvoldoende geisoleerd is.

16. De onderwijzer toont een glazen vat en een aarden potje, een stuk zink en een staaf van cokes. De cokes zet hij in het aarden potje en dit in het glazen vat, met het zink er om heen. Aan zink en cokes zijn reepen koper bevestigd. Hij vult het aarden potje met salpeterzuur en het glazen met verdund zwavelzuur (10 %). Uit een proef met het vlierpitballetje, dat vooraf van + E. is voorzien, blijkt de reep van de cokes + E. te hebben, de andere — E.

Wij houden het vrije uiteinde van een der draden op een

ruwe vijl en strijken dan met het eind van den anderen over de vijl. Wij nemen vonkjes waar niet één, maar vele.

Er is dus + E. en — E. ontstaan. Deze vereenigen zich, maar telkens ontstaat weer nieuwe E. Zoo ontstaat een geheele reeks vonkjes, door voortdurende aanvoer en vereeniging. In dit geval spreekt men van een *stroom*.

17. We zullen dezen stroom laten gaan, door een draad, die om een U-vormig stuk week ijzer is gewikkeld. Uit de aantrekking van ijzeren voorwerpen blijkt, dat dit nu een magneet is geworden. Neemt men een eind van den draad weg, m. a. w. verbreekt men den stroom, dan is het ijzer ook niet langer magnetisch. Dit levert voldoenden grond tot beschouwing van den telegraaf in zijn eenvoudigsten vorm.

18. Een model sleutel en ontvanger is hier, zooal niet geheel onmisbaar, toch zeer aan te bevelen. Werkt het toestel niet met één element, dan laat men vooraf zien, hoe men ook met twee elementen een stroom kan krijgen.

Het grondidee is: een stuk ijzer op verren afstand magnetisch maken.

Vooreerst wordt de sleutel beschouwd, als middel om naar verkiezen den stroom door te laten gaan of niet. Het schrijftoestel zal gemakkelijk begrepen worden.

De weg van den stroom is: cokes — neergedrukte deel van den sleutel — midden van den sleutel — draad — magneet in de verte — terug door een draad naar het zink. Ook wordt gezegd, dat men den laatsten draad niet spant maar bij begin en eind in den grond laat uitloopen. Dan vloeit toch voortdurend de E. van 't zink en die van de cokes weg en ontstaat evengoed een stroom, als bij vereeniging.

Het terugtelegrafeeren over denzelfden draad is m. i. te moeilijk om in aanmerking te komen.

GELUID.

1. Als we op de bank of op iets anders slaan hooren we dat. We zeggen, dat we geluid hooren. Hoe harder we slaan, hoe sterker geluid. Men gaat na, wat er aan een voorwerp, dat geluid geeft, is op te merken.

2. De onderwijzer slaat met een hamer op de tafel vlak bij een licht voorwerp, een vezeltje van een of ander, een licht stukje papier. Dit beweegt. Bij het slaan op ijzer ziet men 't zelfde, ook bij andere stoffen.

Als een voorwerp geluid geeft, is het dus meer of minder in beweging.

3. De onderwijzer neemt een stemvork. Hij tikt ergens op. Twee geluiden worden gehoord: een van het voorwerp en een van den stemvork. Den stemvork hoort men nog al lang. Zou die àldoor in beweging zijn? Als men niets meer hoort, houdt men hem tegen glas. Men bespeurt niets van beweging; wordt evenwel 't zelfde gedaan, als men geluid hoort, dan neemt men duidelijk een reeks tikjes op de ruit waar. De stemvork heeft getrild.

Na het aanslaan houdt men den stemvork horizontaal en legt er een licht voorwerpje op, dit valt er af. Men houdt de hand kort na het aanslaan tegen den stemvork. Waarom hoort men nu 't geluid niet langer?

Men kan ook een been van den stemvork voor en na het aanslaan even tegen de tong van een leerling houden. Eerst merkt hij niets, maar de tweede maal voelt hij een eigenaardige prikkeling.

4. Een dergelijke reeks waarnemingen kan ook naar aanleiding van een schel gehouden worden.

5. Een dunne koperen draad wordt aan een pen in het bord vast gemaakt. Het andere eind loopt over een andere pen en aan het neerhangende einde hangt men een der schalen van de balans. Men legt daar 1 KG. in. Brengt men den draad in trilling, dan wordt weder geluid gehoord. Die trillende beweging kan men zien. Hangt men er een $\wedge$vormig gevouwen papiertje op, dan vliegt het er af. Met de hand kan men de trillingen beletten, maar dan hoort men ook geen geluid meer. Met behulp van een stemvork kan bepaald worden welken toon de draad voortbrengt. Kan men dit bij al de waargenomen geluiden doen? Neen. Bij welke niet? Kan het wel, dan is het geluid een *toon*.

6. Maakt men den afstand tusschen de pennen korter,

dan blijkt de toon hooger te worden; ook als men meer dan 1 KG. op de schaal legt. Neemt men bij hetzelfde gewicht en dezelfden afstand een dikkeren draad, dan is de toon lager.

7. Na deze feiten kan men een viool toonen en laten zien, hoe daar de toonen worden voortgebracht. Ook kan men even aan de piano herinneren.

8. De leerlingen hebben nu gezien, dat de voorwerpen, die een toon voortbrengen, trillen. Zou men kunnen tellen, hoeveel van die trilingen de stemvork bijv. in de seconde maakt? Dit juist te doen, is niet mogelijk; maar den weg kan men wel aangeven.

9. Daartoe wordt een naald loodrecht aan een der beenen stevig bevestigd. Ook heeft men een ruit boven de lamp met lampzwart bedekt. Men haalt nu de naald vóór het aanslaan over de ruit. Er ontstaat een rechte streep. Na het aanslaan is er een lijn met kleine bochten te voorschijn gekomen. Hoe komt dat? Kan men nu de trillingen tellen? Als men nu de naald juist een of twee seconden over de ruit haalt, kan men ook het aantal trillingen weten. Maar dit is niet zoo gemakkelijk. Geleerden hebben gevonden 435 voor de gewone a.

10. Men stelt tot doel na te gaan, of ook de lucht iets met het geluid heeft uitstaan. Daartoe zet men een gewonen kleinen wekker op een dikke laag watten onder de klok van een luchtpomp en stelt de wekker zoo, dat hij moet afloopen, als de klok ledig is. Het afloopen schijnt dan zeer zacht te gaan. Als er geen lucht was, zou men geen geluid hooren. Dit wordt steunende op de feiten beredeneerd.

Het voorwerp, bij den wekker de bel, trilt; de lucht er tegenaan ook, al verder en verder, ook de lucht in ons oor. Daar maakt de lucht een vliesje aan 't trillen en we hooren. Dat de lucht trilt en weer andere dingen doet trillen merkt men ook op bij hevig schieten, bij een hevigen donderslag enz.

Het gelukt ook wel eens door het juist zingen van de *a* bijv. de a-snaar eener viool te doen trillen. Men geve dit den leerling ter verklaring.

11. Dat niet alleen de lucht, maar ook andere dingen ge-

luid overbrengen, kan op de schoolwandeling wel eens aantoond worden bij een balk of lange ijzeren staaf. Aan het eene eind wordt het oor er tegen gelegd, en tegen het andere getikt. Tikjes, die men door de lucht niet waarneemt, hoort men duidelijk door het hout of het ijzer.

12. Dat voor het overbrengen der trillingen door de lucht tijd noodig is, hebben de kinderen wel eens opgemerkt, als zij op eenigen afstand zagen heien, of hakken. Als 't blok al een poosje beneden is, hoort men den slag pas. Men stelt voor een manier te vinden, om te bepalen, hoeveel het geluid per sec. vordert.

13. Daartoe hebben geleerden een kanon ergens doen plaatsen, dat men op grooten afstand kon zien. Men wist hoe groot die afstand was. Het kanon wordt afgeschoten. Men telt de sec. tusschen het zien van den vlam en het hooren van den knal.

Dan kan men uitrekenen hoeveel het geluid in de sec. aflegt.

14. Is er in den omtrek een echo, dan kan men die op een leertocht bezoeken en het ontstaan nagaan. Het terugkaatsen der geluidstrillingen kan vergeleken worden met het terugkomen van golfjes, het terugspringen van een bal enz. Tevens kan uit den afstand van den terugkaatsenden wand nagerekend worden, hoeveel tijd de geluiden na elkander komen, of wel uit dit gegeven, den afstand van dien wand berekenen (natuurlijk met een zeer ruwe benadering).

UITGAVEN VAN J. B. WOLTERS, TE GRONINGEN.

Dr. **H. J. van Ankum**, Standpunt der dierkunde . . . . . *f* 0,60

Dr. **H. J. van Ankum**, De wetenschappelijke beteekenis van de studie der diepzeefauna 0,60

J. F. Beins, Het koolzuur, en zijne eigenschappen 0,60

J. K. van den Berg, Beknopte Handleiding bij het onderwijs in de beginselen van de kennis der natuur 0,90

Dr. **J. Bergsma**, Onze Kamerplanten 0,60

Dr. **H. Bos**, Leerboek der Plantkunde, met ruim 300 houtsneden en 32 gekleurde platen, gebonden 3,00

Dr. **J. Ritzema Bos**, De Vogels, Leesboek voor school en huis, (bekroond door de Maatschappij van Nijverheid) 0,30

Dr. **J. Ritzema Bos**, Schetsen uit het dierenrijk . . . . . *2de druk* 0,30

Dr. **J. Ritzema Bos**, Beginselen der Dierkunde. (Landbouwbibliotheek I), in linnen 0,50

Dr. **J. Ritzema Bos** en Dr. **H. Bos**, Leerboek der Dierkunde . . *5de druk* 2,50

F. C. Delfos, Beginselen der Scheikunde, met figuren . . . . . *2de druk* 1,25

F. C. Delfos, Kennis der Natuur, 2 stukjes . . . . . à 0,30

H. W. Dijken, Natuurkennis, vragen en opgaven 0,30

Dr. **J. E. Enklaar**, Eerste beginselen der Scheikunde 0,75

Dr. **J. E. Enklaar**, Handleiding bij de beginselen der Scheikunde 0,40

Dr. **F. G. Groneman**, Natuurkundige vraagstukken . . . . . *4de druk* 1,25

Dr. **F. G. Groneman**, 100 Vraagstukken natuurkunde . . . . . *2de druk* 0,50

Dr. **A. F. Holleman**, Twee richtingen der scheikunde met elkander vergeleken 0,60

Dr. **A. F. Holleman**, Leerboek der organische chemie, gebonden 7,50

J. G. Jeen, Verwarming en Ventilatie 1,25

Dr. **P. J. van Kerckhoff**, Toestand der scheikunde 0,60

Dr. **P. J. van Kerckhoff**, Over chemische verbinding. 0,60

Dr. **R. A. Mees**, Nieuwe denkbeelden op natuurkundig gebied . . . . . *f* 0,60

Dr. **B. van der Meulen** en **J. Douwes**, Het kompas, wegwijzer bij het onderwijs in de natuurkunde 0,90

Dr. **J. W. Moll**, De invloed van Darwins afstammingsleer op de Botanie . . 0,65

Dr. **P. C. Plugge**, Ontwikkeling der Pharmacotherapie 0,60

Dr. **J. J. Le Roy**, Grondbegrippen en grondstellingen der natuurkunde . . . 1,25

Dr. **J. J. Le Roy**, Natuurkennis van den gezonden Mensch 1,25

Dr. **J. J. Le Roy**, De menschelijke bewegingstoestel 1,25

Dr. **J. J. Le Roy**, Natuurkundige Lessen I, met 118 figuren 1,25

Dr. **J. J. Le Roy**, Natuurkundige Lessen II, met 102 figuren 1,25

Dr. **M. Salverda**, De beteekenis van Aristoteles (*uitverkocht*) 0,60

Dr. **M. Salverda—Le Roy**, Handleiding bij het onderwijs in de beginselen der Plant- en Dierkunde . . . . . *9de druk* 3,75

Dr. **M. Salverda—Le Roy**, Handleiding bij de beoefening van de kennis der natuur, 2e goedkoope uitgave 6,00

Dr. **M. Salverda**, Een en ander van dieren en planten . . . . . *2de druk* 0,30

Dr. **M. Salverda**, Atlas van Wandplaten ten gebruike bij het onderwijs in de natuurlijke geschiedenis van het dierenrijk (*uitverkocht*) 7,50

H. Scheepstra en W. Walstra, Natuurkennis voor de Volksschool.

I **A.**, Planten en Dieren, met gekleurde platen en houtsneden, *3de druk* 0,35

II **A.**, Planten en Dieren, met gekleurde platen en houtsneden *2de druk* 0,35

II **B.**, Natuurkunde 0,35

III **A.**, Planten, dieren en delfstoffen, met gekleurde platen en houtsneden 0,35

III **B.**, Natuurkunde 0,35

J. M. Schröder, Handleiding bij de Receptuur, geïllustreerd, gebonden *2de druk* 3,00

Dr. **C. B. Spruyt**, Leiddr. bij het onderwijs en de kennis der levenlooze natuur . . . . . *2de druk* 1,25

H. Witte, Plantkunde voor school en huis, 1e stukje . . . . . *6de druk* 0,30

H. Witte, Plantkunde voor school en huis, 2e stukje . . . . . *6de druk* 0,30

H. Witte, Plantkunde voor school en huis, 3e stukje . . . . . *4de druk* 0,30

H. Witte, Wandelingen in de Natuur, I: Lente 0,30

Uitgaven van A. W. SIJTHOFF, te

P. J. Andriessen, De Prins en Johan de Witt, of ons land in 't tweede tijdvak eerste Stadhouderlooze regeering . . . . . Ing. *f* 0.8

P. J. Andriessen, Het huisgezin van den Raadpensionaris, of hoe de Stadhouderlooze Regeering een einde nam, 1668—1672 . . . . . Ing. „ 0.90, Geb.

P. J. Andriessen, Adolf en Clara, of hoe ons land een Republiek werd, 1564—1584 . . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „

P. J. Andriessen, De Weezen van Vlissingen, 1609—1648 . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.2

P. J. Andriessen, De Zoon van den Zeeroover, of hoe de Nederlandsche Republiek groot werd, 1584—1609 . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

P. J. Andriessen, De Vrijheidsoorlog of de opstand der Bataviereu, 69—70. . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

P. J. Andriessen, De Schildknaap van Gijsbrecht van Aemstel. Een verhaal uit den laatsten tijd van het Hollandsche huis, 1295—1304 . . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

Suze Andriessen, Waresch, Geschiedkundig verhaal van den aersten kruistocht met 4 gekl. platen . . . . . Geb. „ 1.20

E. Gerdes, De Kanten Zakdoek, met 4 gekl. platen . . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

E. Gerdes, De verloren Schuldbekentenis, met 4 gekl. platen . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

E. Gerdes, Jan van Diemen, met 4 gekl. platen. . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

E. Gerdes, Rosa Fluweeltje, met 4 gekl. platen . . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

E. Ger..., Christelijk leven, met 4 gekl. platen. . . . . Ing. „ 0.90, Geb. „ 1.20

E. Gerdes, Erix en Fella, met 2 gekl. plaatjes . . . . . Ing. „ 0.45

E. Gerdes, Het Gouden Oorijzer der Friezen, met 2 gekl. plaatjes . . . . Ing. „ 0.45

E. Gerdes, De Zwarte Wolf, met 2 gekl. plaatjes . . . . . Ing. „ 0.45

E. Gerdes, De Valkenier van den Vogelenzang, met 2 gekl. plaatjes . . . . Ing. „ 0.45

E. Gerdes, Jonker Willem van Arkel, met 2 gekl. plaatjes . . . . . Ing. „ 0.45

E. Gerdes, De strijd om eene Kroon, met 2 gekl. plaatjes . . . . . Ing. „ 0.45

Hoffmann's Verhalen voor de jeugd. Vertaald door Susanna, onder toezicht van P. J. Andriessen, 18 deeltjes.

Deel 1. Het huis in de Peterstraat. Trouwe vrienden. De brandewijnverkoopster . . . . . Ing. *f* 0.50, Geb. *f* 0.80

„ 2. Ongedachte uitkomst. Onder de Indianen . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 3. Dami Waldhuber en zijn zoon. Vader Wertheim Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 4. Steeds onverschrokken. Hoe 't Wolf en Anton in 't Goudland ging . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 5. François Dumourier. Getrouw aan zijn vorst . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 6. In allerlei gevaren. Altijd tevreden . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 7. Hugo en Pierre. Het kasteel Morenci . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 8. Eene kerstvertelling. In de Noordpoolstreken . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 9. De verbeterde deugniet. In het nieuwe vaderland. Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 10. Al zouden de raven het uitbrengen. Wisselingen der fortuin . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 11. Onder vagebonden. Levensstormen . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 12. Erich. In 't groote leger . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.8

„ 13. De kleinzoon van Mylord. Uit den dertigjarigen oorlog . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 14. Oom Koibe en zijne neven. In het Jura-gebergte . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 15. Verschillende menschen. Een Grieksche geschiedenis . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 16. Op den Oceaan. Een flinke jongen . . . . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 17. Ondervinding maakt wijs. Wat geld vermag. . . Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.80

„ 18. De visscher en zijn gezin. Uit de Fransche revolutie Ing. „ 0.50, Geb. „ 0.8

en van A. W. SIJTHOFF te Leiden.

P. MOLENBROEK:

Schrijven en Taal, Leesoefeningen, 1e stukje..... f 0.20
" " " Leesoefeningen, 2e stukje..... " 0.
" " " Leesoefeningen, 3e stukje..... " 0.25
" " " Leesoefeningen, 4e stukje..... " 0.25
" " " Eerste leesboek over de Kennis der Natuur.... " 0.45
" " " Tweede leesboek over de Kennis der Natuur... " 0.45
" " " Eerste leesboek over de Aardrijkskunde..... " 0.45
" " " Tweede leesboek over de Aardrijkskunde..... " 0.45
" " " Eerste leesboek over het Rekenen..... " 0.45
" " " Tweede leesboek over het Rekenen..... " 0.45
" " " Leesboek over de Vormleer..... " 0.45
" " " Spelling, Samenstelling, Afleiding en Sol
der Woorden, Scheiding der Zinsdeelen en zinnen
" " " Ontleden, 1e stukje.....
" " " Ontleden, 2e stukje..... "
" " " Verbuigen en Vervoegen, 1e stukje..... "
" " " Verbuigen en Vervoegen, 2e stukje..... " 0.4
" " " Handleiding voor den Onderwijzer, 1e stukje... " 0.7.
" " " Handleiding voor den Onderwijzer, 2e stukje... " 0.65
" " " Handleiding voor den Onderwijzer, 3e stukje... " 0.85
" " " Handleiding voor den Onderwijzer, 4e stukje... " 1.10
Beginselen van de Kennis der Natuur, I, Eerste Stukje..... " 0.45
" " " " " I, Tweede Stukje..... " 0.30
" " " " " II, Eerste Stukje..... " 0.45
" " " " " II, Tweede Stukje..... " 0.45

201729_044

berg340bekn01

Beknopte handleiding bij het onderwijs in de beginselen van de kennis der natuur